



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

MOŽNOSTI OSVĚTLENÍ VOZIDEL PRO ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI SILNIČNÍHO PROVOZU

POSSIBILITIES OF VEHICLE LIGHTING TO INCREASE ROAD TRANSPORT SAFETY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. GABRIELA BALHAROVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. STANISLAV TOKAŘ

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Gabriela Balharová

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Možnosti osvětlení vozidel pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu

v anglickém jazyce:

Possibilities of Vehicle Lighting to Increase Road Transport Safety

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V DP budou popsány a porovnány jednotlivé druhy dnes používaných světlometů (halogenové, xenonové, LED diodové) a jejich vliv na viditelnost. Porovnání naměřených hodnot se zaměří především na dosvit při snížené viditelnosti.

Cíle diplomové práce:

1. Rešerše podkladů – vytvoření přehledu moderní osvětlovací techniky motorových vozidel.
2. Provést měření dosvitu jednotlivých typů světlometů.
3. Syntéza naměřených výsledků a možnosti jejich využití ve znalecké praxi.

Seznam odborné literatury:

- [1] BRADÁČ, Albert a kol. Soudní inženýrství. Brno: CERM Akademické nakladatelství, s.r.o.. 1999. 725 s. ISBN 80-7204-133-9
- [2] BRADÁČ, A. a kol.: Analýza silničních nehod – příručka znalce II., Dům techniky CSVTS, Ostrava, 1985.
- [3] BRADÁČ, A.; KREJČÍR, P.; GLIER, L.: Znalecký standard č. II. Vybrané metody zajišťování podkladu pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod, Brno, Nakladatelství VUT, 1990, 110.
- [4] VLK, F.: Elektrická zařízení motorových vozidel, nakladatelství a vydavatelství prof. Ing. František Vlk, DrSc. Brno, 2005.
- [5] KROPÁČ, F.: Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla za snížené viditelnosti, Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství, Brno, 2002.
- [6] KLEDUS, R. a kolektiv: Porovnání odlišností při rozpoznání objektu řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu, 19. výroční konference EVU, Praha, CZ, 2010
- [7] Odborné příručky, internet

Vedoucí diplomové práce: Ing. Stanislav Tokař

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

V Brně, dne 1.11.2011

L.S.

prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.
Ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi osvětlení vozidel. Práce je rozdělena na dvě části, z nichž první pojednává právě o možnostech osvětlení vozidel v dnešní době. Jaké jsou moderní osvětlovací techniky, které lze nalézt na trhu, a jaký mají vliv na zvýšení bezpečnosti v silničním provozu.

Druhá část se zabývá praktickým měřením dosvitu tlumených a dálkových světel. Toto měření je porovnáváno u dvou druhů světlometů, a to u světlometů halogenových a světlometů xenonových. Součástí tohoto měření je taktéž naměření intenzit osvětlení právě u těchto světlometů. Výstupem měření je vytvoření vlastních diagramů intenzit osvětlení a dosvitu jednotlivých světel, v porovnání s poskytnutými izoluxovými diagramy od výrobce světlometů. Následně je řešena problematika využití izoluxových diagramů ve znalecké praxi.

Abstract

This master's thesis deals with the possibilities of illumination of motor vehicles. Thesis is divided into two sections, from which the first discusses precisely the possibilities of lighting of motor vehicles at the present time. What are the modern lighting techniques, that can be found on the market and what is their impact on safety enhancement in road traffic.

Second section is about the practical measurement of low and high beam afterglow. This measurement is being compared between two types of headlamps, namely halogen headlights and xenon headlights. Part of the measurement is as well measurement of illumination intensity precisely for these headlights. The output of measurement is the creation of own illumination intensity diagrams and afterglow diagrams of particular headlights, in comparison to isolux diagrams provided by the headlights manufacturer. Consequently are solved the issues about utilization of the isolux diagrams in expert praxis.

Klíčová slova

Halogenový světlomet, xenonový světlomet, zdroj světla, dosvit, intenzita osvětlení, izoluxový diagram.

Keywords

Halogen headlight, xenon headlight, light source, afterglow, illumination intensity, isolux diagram.

Bibliografická citace

BALHAROVÁ, G. *Možnosti osvětlení vozidel pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2012. 89 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Stanislav Tokař.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 25. května 2012

.....

Bc. Gabriela Balharová

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Stanislavovi Tokařovi za odborné vedení práce, poskytnuté studijní materiály a konzultace. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Albertovi Bradáčovi, Ph.D. a Ing. Bc. Markovi Semelovi, Ph.D. za poskytnutí měřicí techniky, vozidel pro měření, a za odbornou asistenci při praktickém měření. V neposlední řadě patří mé poděkování společnosti Visteon-Autopal, s.r.o., za poskytnuté izoluxové diagramy.

OBSAH

1	ÚVOD	12
2	VYMEZENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	13
3	HISTORIE VÝVOJE OSVĚTLENÍ VOZIDEL	14
3.1	Acetylenové (karbidové) lampy (1880–1900).....	14
3.2	Začátek elektrických světlometů (1898).....	14
3.3	Halogenové žárovky (1962)	14
3.4	Světlomety s projekčními čočkami (1986).....	15
3.5	Xenonová světla (1991).....	15
3.6	LED diody (2008).....	15
4	SVĚTLO	16
4.1	Definice světla	16
4.2	Základní fyzikální veličiny osvětlovací techniky	17
4.2.1	<i>Svítivost</i>	17
4.2.2	<i>Světelný tok</i>	18
4.2.3	<i>Jas</i>	18
4.2.4	<i>Intenzita osvětlení</i>	19
4.2.5	<i>Kontrast</i>	19
5	TECHNICKÉ PARAMETRY OSVĚTLOVACÍCH SYSTÉMŮ	21
5.1	Vymezení pojmů	22
5.1.1	<i>Tlumené světlo</i>	22
5.1.2	<i>Dálkové světlo</i>	23
5.1.3	<i>Denní svítilny</i>	24
5.1.4	<i>Přední obrysová světla</i>	25
5.2	Konstrukce světlometů	26
5.2.1	<i>Druhy odrazových ploch</i>	27
5.2.2	<i>Zdroje světla</i>	33

6	MODERNÍ SYSTÉMY OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY	38
6.1	Adaptivní světlomety.....	38
6.1.1	<i>Adaptivní světlomety AFL a AFS</i>	38
6.1.2	<i>Odbočovací světlomet</i>	42
6.1.3	<i>Mlhový světlomet s funkcí Corner</i>	42
6.2	Inovativní zdroje osvětlení vozidla.....	42
6.3	Systémy pro noční vidění	43
6.3.1	<i>Technologie NIR</i>	44
6.3.2	<i>Technologie FIR</i>	44
7	VLASTNÍ MĚŘENÍ.....	46
7.1	Pomůcky pro měření.....	48
7.1.1	<i>Luxmetr PU 550</i>	48
7.1.2	<i>Parametry měřených vozidel</i>	50
7.2	Postup měření	51
7.3	Naměřené hodnoty.....	53
7.3.1	<i>Dosvit světlometů</i>	53
7.3.2	<i>Intenzita osvětlení tlumených světél</i>	55
7.3.3	<i>Intenzita osvětlení dálkových světél</i>	58
7.4	Vyhodnocení měření.....	61
8	VYUŽITÍ VE ZNALECKÉ PRAXI.....	64
8.1	Tlumená světla.....	66
8.1.1	<i>Halogenové světlomety</i>	66
8.1.2	<i>Xenonové světlomety</i>	70
8.2	Dálková světla	74
8.3	Vyhodnocení porovnání izoluxových diagramů.....	77
9	ZÁVĚR	81
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	83

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	87
SEZNAM PŘÍLOH	89
PŘÍLOHY DIPLOMOVÉ PRÁCE	90

1 ÚVOD

Téma diplomové práce jsou Možnosti osvětlení vozidel pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu. Z názvu práce plyne, že se budu zabývat možnostmi osvětlení vozidel, které se v dnešní době využívají u motorových vozidel. Stále více jsou kladeny požadavky na bezpečnost jízdy motorového vozidla. S tímto, je úzce spjatý plynulý a bezpečný provoz na pozemních komunikacích a jízdní komfort ve vozidle – z pohledu řidiče.

Podstatou každého světlometu je světelný zdroj a podstatou světelného zdroje je světlo, které vyzařuje. Proto se pro začátek této práce budu zabývat obecně světlem, abychom si ujasnili, o jaké záření se v podstatě jedná, a jaké vlnové délky vyzařuje. Krátce bych se zaměřila také na historii vývoje osvětlení vozidel pro případné srovnání, jaké bylo jedno z prvních osvětlení vozidel vůbec, a jak tento vývoj postupoval až do dnešní doby.

Je třeba si uvědomit, že v dnešní době není již povinné svícení pouze v noci, ale i přes den. Samozřejmostí je, že osvětlení vozidel je nejdůležitější především za snížené viditelnosti. Sníženou viditelnost si můžeme nejlépe představit jako jízdu řidiče v noci – čili za tmy. Obecně je dáno nepsané pravidlo – „vidět a být viděn“, a to nejen ve dne, ale převážně v noci. V praktické části této diplomové práce, čili náplní mého měření za reálných podmínek v provozu, bude měření dosvitu a intenzity osvětlení u dnes používaných světlometů, právě za snížené viditelnosti.

Hlavní náplní této práce bude rozbor a porovnání jednotlivých druhů světlometů, které lze na dnešním trhu nalézt. Jaký mají tyto jednotlivé světlomety vliv na viditelnost? Je totiž pravdou, že některé světlomety sice způsobují lepší viditelnost pro řidiče toho, kterého vozidla, ale naopak o tolik více mohou oslňovat řidiče protijedoucích vozidel. V tomto případě je také velmi důležité správné seřízení předních světlometů u vozidel. Po teoretické části se zaměřím na již zmíněnou část praktickou. Zde bude provedeno měření dosvitu a intenzity osvětlení u halogenových a xenonových světlometů, a následná syntéza výsledků. Syntéza výsledků spočívá také v porovnání mnou vytvořených diagramů intenzit osvětlení a dosvitů světlometů, s izoluxovými diagramy získanými od výrobce světlometů. Pomocí tohoto porovnání se budu zabývat možností využití izoluxových diagramů ve znalecké praxi. V závěru bude celkové shrnutí řešené problematiky, a právě potvrzení hypotézy využití izoluxových diagramů soudními znalci, při řešení dopravních nehod.

2 VYMEZENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Po důkladném rozboru a analýze problematiky daného tématu, je tato práce rozdělena na dvě části. První z nich se týká teoretických poznatků, které by v žádné práci neměly chybět, abychom získali představu v čem vlastně ta, která práce, spočívá. Ve druhé části se zabývám praktickým měřením dosvitu a intenzity osvětlení halogenových a xenonových světlometů, jež jsou dnes na trhu vídanými typy světlometů. Součástí praktické části práce je syntéza naměřených výsledků. Zabývám se zde také možnostmi využití těchto výsledků ve znalecké praxi.

Cíl teoretické části spočívá v seznámení se s historií osvětlení vozidel, poněvadž není na škodu připomenout si, kam až zasahuje historie prvního osvětlení na vozidle, kdo se na tomto objevu podílel, a na jakém principu toto osvětlení pracovalo. Další kapitola se věnuje otázce světla, převážně řešení viditelného světla, pro naši existenci velmi důležitého, a veličin, kterými je světlo popisováno a které jsou zároveň velice důležité při řešení měření intenzity osvětlení vozidel a dosvitu světlometů. Tyto veličiny jsou využívány nejen při analýzách dopravních nehod. Nejdůležitější kapitola, a její podkapitoly, se týkají osvětlovací techniky motorových vozidel, která je v dnešní době používána. Cílem je vymezit technické parametry osvětlovacích systémů, jejich fyzikální principy, konstrukce světlometů a existujících světelných zdrojů. Jedná-li se o dnešní, moderní techniku osvětlování vozidel, jsou zde zahrnuty systémy moderní technologie až po jednotlivé novinky na trhu.

V nejdůležitější části diplomové práce – praktickém měření, je cílem naměřit hodnoty dosvitu a intenzity osvětlení halogenových a xenonových světlometů. Podmínkou tohoto měření je, že oba typy světlometů musí spadat pod totožný typ vozidla. Tyto hodnoty jsou pořízeny za snížené viditelnosti. Z naměřených hodnot bude posléze provedena syntéza těchto výsledků, a následné porovnání s izoluxovými diagramy, pořízenými přímo od výrobců světlometů.

Zakončení práce se týká návrhu možností využití výsledků praktického měření ve znalecké praxi.

3 HISTORIE VÝVOJE OSVĚTLENÍ VOZIDEL

Cílem této kapitoly je seznámit čtenáře s historií a vznikem prvních světlometů, na jakém principu právě první, a postupně další vyvíjené světlomety vlastně pracovaly. To vše, od prvopočátku vzniku jakéhosi samostatného osvětlení vozidel po současný stav, je uvedeno v této kapitole.

3.1 ACETYLENOVÉ (KARBIDOVÉ) LAMPY (1880–1900)

První automobily vybavené acetylenovými nebo olejovými hlavními světlomety byly vyrobeny v roce 1896. Jednalo se o svítilnu v železném rámu, v níž byl světelný zdroj otevřený, s odražejícím zrcadlem. Svítivost byla ovšem slabá, tlumená a slabého dosahu. Jako palivo zde byl používán olej [21, 33].

3.2 ZAČÁTEK ELEKTRICKÝCH SVĚTLOMETŮ (1898)

Firma Columbia Automobile Company uvedla roku 1898 první elektrické světlomety v automobilu. Tato světla měla slabá wolframová vlákna, která se často na nerovných komunikacích rozbíjela. Světlomety byly tlumené, snadno poruchové a neměly čočky zaměřující jejich světlo. Stále byly ovšem považovány za lepší acetylenové lampy. Roku 1913 přišla firma BOSCH na trh s prvním úspěšným elektrickým světlometem. První žárovka, která umožňovala klopené a dálkové světlo byla žárovka Bilux z roku 1924. Tento systém představuje dvě vlákna v jedné žárovce, kde tato žárovka zůstane ve stejné pozici a nastavení ovlivní pouze výkon světla [21, 33].

3.3 HALOGENOVÉ ŽÁROVKY (1962)

Halogenové žárovky, neboli wolframové halogenové žárovky, byly pro osobní automobily představeny v roce 1962 evropskými výrobci světlometů. Halogen v podstatě není plyn, nýbrž seskupení plynů chlór a jód. V kombinaci jednoho z těchto plynů s inertním plynem jsou získávány prvky wolframu, které způsobují jasnější hoření s menší spotřebou energie [21, 33].

3.4 SVĚTLOMETY S PROJEKČNÍMI ČOČKAMI (1986)

Žárovka ve světlometu je umístěna doprostřed vytvarovaného odrazového skla. Vyzařované světlo je zaměřeno do vypouklé čočky, která promítá světlo směrem ven do konkrétního, zřetelně vymezeného prostoru [33].

3.5 XENONOVÁ SVĚTLA (1991)

První xenonové světlomety s jednoduchou výbojkou představila roku 1991 automobilka BMW. Jedná se o obloukový výboj světel, který používá dvě wolframové elektrody do oblouku elektrického náboje. Elektrický náboj, vzájemně na sebe působící uvnitř s plyny a s vypařováním kovových solí přítomných v žárovce, produkuje velmi intenzivní světlo. Xenonová světla mají sklon mít jedinečnou barvu vycházející z rozdílného spektra světla. Obvykle jsou zabarvená do modra. Tato světla jsou používána v kombinaci s čočkou u předního světlometu, za účelem produkovat světlo s menší spotřebou energie než u halogenových žárovek. Je potřeba dbát na udržování xenonových světel čistých, aby bylo vyvarováno oslňování ostatních řidičů.

Roku 1999 byly představeny bi-xenonové světlomety – tedy klopená i dálková světla, které obstarává xenonová výbojka [21, 33].

3.6 LED DIODY (2008)

Jednou z výhod světla LED (světlo emitující dioda) je, že je nízké na produkci a nemusí se zahřívat prvek k produkování světla. U těchto diod je teplo produkováno ze zadní části žárovky. LED diody jsou citlivé na teplotu. V chladném počasí totiž nelze na 100 % počítat s rozmrznutím ledu nebo sněhu na těchto světlometech tak, jako je tomu u halogenových nebo xenonových systémů. Poskytují různé úrovně osvětlení při rozdílných okolních teplotách. I přes tato technická zpochybnění, mají vysokou výkonnost, s viditelně nižší spotřebou energie. První vozidlo, které použilo světlomety s LED diodami byl Lexus LS, roku 2008. Tehdy byla tato světla použita jako parkovací, koncová a světla upozorňující na změnu směru jízdy [33].

4 SVĚTLO

Problematika světla je velmi úzce spjatá s tématem této práce. Vždyť základem osvětlení vozidel, a vůbec veškerého osvětlení v dnešním světě známém, je právě světlo. Při provozu vozidel na pozemních komunikacích je z hlediska světla důležité, aby bylo vozidlo osvětlené – čili, aby bylo viděno. Proto se nyní budu soustředit na přiblížení definice světla, jeho vlnových délek a především veličinami, kterými bývá světlo popisováno, a které se využívají např. právě při měření dosvitu světla.

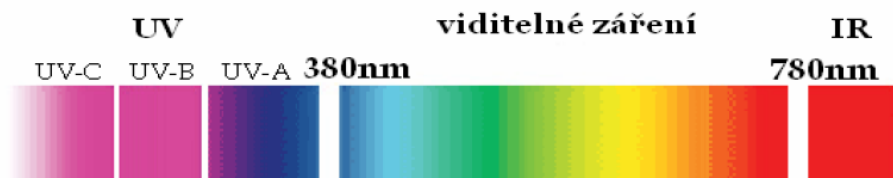
4.1 DEFINICE SVĚTLA

Světlo je jedním z mnoha druhů elektromagnetického záření. Jednotlivé druhy tohoto záření se od sebe liší vlnovou délkou a svými účinky [3]. Světlo je popsáno jako vlna, která má vlnovou délku λ , frekvenci f a rychlost c , které jsou spojené vztahem:

$$c = \lambda \cdot f \quad [\text{m/s}]. \quad (1)$$

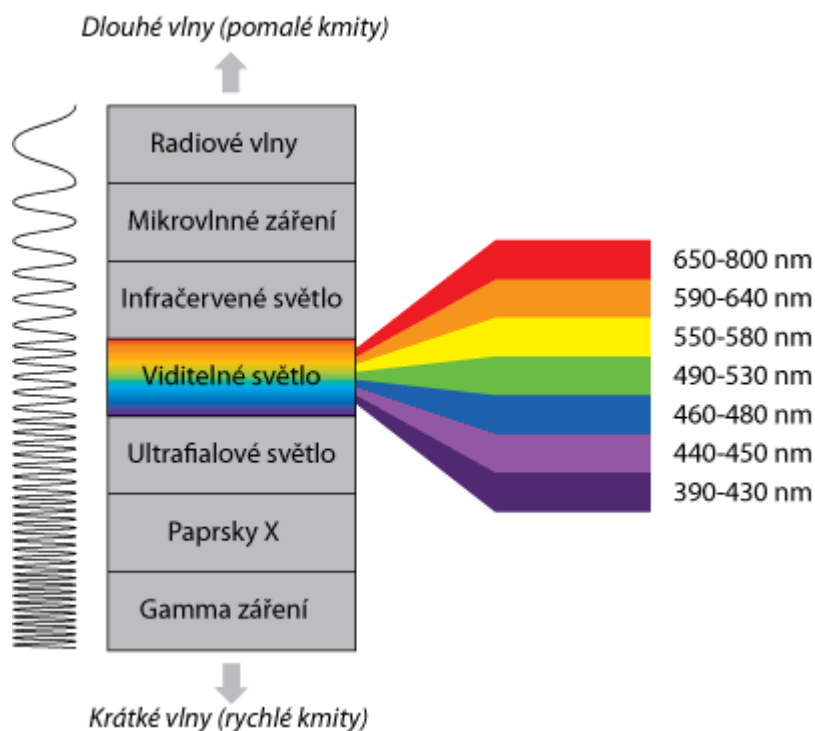
Vlnová délka λ vlny je nejmenší vzdálenost, na které dochází k opakování tvaru vlny. Vlnové délky elektromagnetických vln nemají spodní ani horní hranici. Všechny elektromagnetické vlny se ve vakuu šíří stejnou rychlostí $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$ – rychlost světla. Rychlost světla je velká, ale konečná.

Viditelné světlo je součástí elektromagnetického spektra. Elektromagnetické spektrum nemá mezery a rozprostírá se v rozsahu vlnových délek od γ -záření po dlouhé radiové vlny [2]. Vlnové délky viditelného záření leží v rozsahu cca od 380 nm až 760 nm. Světla, mající různé vlnové délky, se od sebe navzájem liší svým zabarvením. Světlo s nejvyšší vlnovou délkou je červené, s nejmenší délkou fialové [3].



Obr. č. 1 – Spektrum viditelného záření [13]

Pro nás je přirozeně zajímavá viditelná část spektra. Tato část spektra ukazuje relativní citlivost lidského oka ke světlu různých vlnových délek. Střed viditelné oblasti leží u 555 nm, kterou naše oko vnímá jako žlutozelenou barvu [2].



Obr. č. 2 – Spektrum elektromagnetických vln [25]

4.2 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VELIČINY OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY

4.2.1 Svítivost

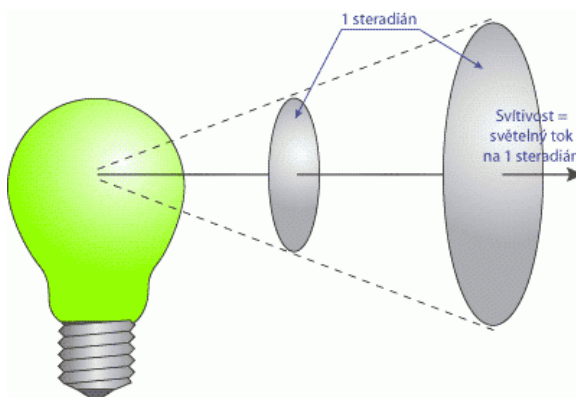
Tab. č. 1 – Svítivost [2]

Veličina	Označení veličiny	Jednotka	Označení jednotky
Svítivost	I	Kandela	[cd]

Jedná se o podíl světelného toku vyzářeného zdrojem do nekonečně malého prostorového úhlu a do prostorového úhlu ω [4]:

$$I = \frac{d\phi}{d\omega} \quad [\text{cd}]. \quad (2)$$

Kandela je svítivost zdroje v daném směru, která vysílá jednobarevné záření o frekvenci $540 \cdot 10^{12}$ Hz (hertz). V tomto směru má zářivost $1/683$ W/sr (watt na steradián) [2].



Obr. č. 3 – Prostorově vyjádřená svítivost [27]

4.2.2 Světelný tok

Tab. č. 2 – Světelný tok [2]

Veličina	Označení veličiny	Jednotka	Označení jednotky
Světelný tok	ϕ	Lumen	[lm]

Světelný tok je vyslán zdrojem o svítivosti I , do prostorového úhlu $d\omega$ v určeném směru [26]:

$$d\phi = I \cdot d\omega \quad [\text{lm}]. \quad (3)$$

Světelný tok je tedy množství světla vyzářeného bodovým zdrojem do všech směrů. Hovoří se o světelném výkonu posuzovaném z hlediska lidského oka. Lumen je světelný tok, který vyzařuje do prostorového úhlu jednoho steradiánu bodový zdroj, jehož svítivost je 1 cd [4].

4.2.3 Jas

Tab. č. 3 – Jas [2]

Veličina	Označení veličiny	Jednotka	Označení jednotky
Jas	L	kandela na metr čtverečný	$[\text{cd}/\text{m}^2]$

Jedná se o měřítko vnímání světlosti svítícího nebo osvětlovaného tělesa lidským okem. Jas je podíl svítivosti plošného elementu zdroje v daném směru, a průmětu tohoto elementu do roviny kolmé k danému směru [4]:

$$L = \frac{dI}{dS \cdot \cos \alpha} \quad [\text{cd/m}^2]. \quad (4)$$

4.2.4 Intenzita osvětlení

Tab. č. 4 – Intenzita osvětlení [2]

Veličina	Označení veličiny	Jednotka	Označení jednotky
Intenzita osvětlení	E	Lux	[lx]

Intenzita osvětlení dané plochy je poměr světelného toku ϕ dopadajícího rovnoměrně na ozařovanou plochu a její velikosti S [26]:

$$E = \frac{\phi}{S} \quad [\text{lx}]. \quad (5)$$

Lux je osvětlení plochy, na jejíž každý m^2 dopadá rovnoměrně světlený tok 1 lm [4].

4.2.5 Kontrast

Tab. č. 5 – Kontrast [12]

Veličina	Označení veličiny	Jednotka	Označení jednotky
Kontrast	K	Procenta	[%]

Jedná se o rozdíl jasu mezi překážkou a jejím okolím. Mezi osvětlenou částí vozovky a překážkou musí vzniknout rozdíl jasu – kontrast takové hodnoty, aby byla již pro lidské oko vnímatelná. Při zpozorování takové překážky na vozovce bývá hranice kontrastu, při které je překážka stále viditelná, rozhodující veličinou [12].

Kontrast jasu:

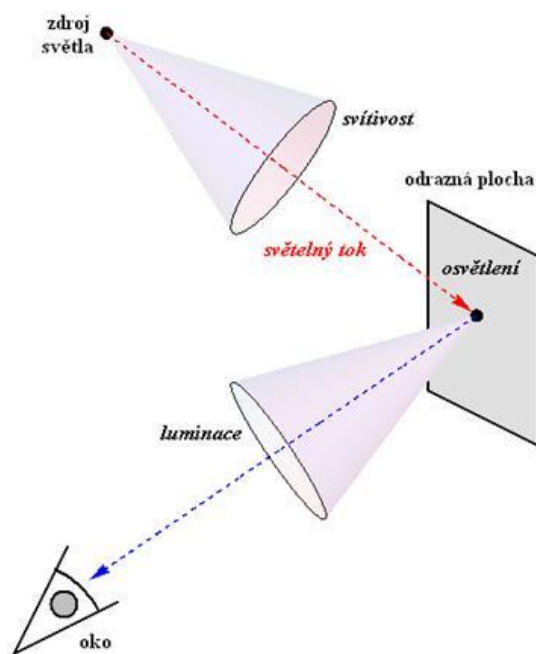
$$K = \frac{|L_a - L_b|}{L_b} \quad [\%], \quad (6)$$

L_a je jas objektu $[\text{cd/m}^2]$, L_b je jas jeho okolí $[\text{cd/m}^2]$.

Zvětšováním této veličiny narůstá pravděpodobnost, že pozorující dokáže rozlišit tvar zpozorovaného objektu. Rozdíl jasů, který lze ještě rozlišit se nazývá práh rozlišitelnosti jasů:

$$|L_a - L_b| = \Delta L_{\min} \quad [\text{cd/m}^2]. \quad (7)$$

Jemu odpovídající kontrast K_{\min} je prahový kontrast. Převrácená hodnota prahového kontrastu se označuje jako kontrastní citlivost [4].



Obr. č. 4 – Schematicky znázorněn vztah výše uvedených veličin [22]

5 TECHNICKÉ PARAMETRY OSVĚTLOVACÍCH SYSTÉMŮ

Tato kapitola je věnována osvětlovací technice, která je na dnešním trhu známa. Pod tuto kapitolu spadá více podkapitol, jelikož je zde rozebráno od rozdělení světelných zařízení dnes používaných druhů světlometů, světelných zdrojů, až po novinky na trhu co se týče moderních osvětlovacích technik. Tyto moderní systémy jsou zaměřeny především na zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích.

Cílem bude získat přehled o rozdílech mezi základními osvětlovacími technikami vozidel, čili porovnání halogenových a xenonových světlometů, ale hovořím zde také o stále více používaných LED světlech. Jelikož je tato práce zaměřena pouze na přední osvětlení vozidel – tedy pouze na hlavní světlomety a světlomety pro denní svícení, hovořím zde právě z tohoto důvodu pouze o těchto světelných zařízeních a dalších problematikách, s předními světlomety spojenými.

Podle expertů z německé univerzity v Paderbornu, z celkového počtu dopravních nehod, které se v Evropě staly, je téměř čtvrtina způsobena špatnou viditelností za špatného počasí, anebo za tmy. Také kvůli tomuto obrovskému množství nehod si v mnoha evropských zemích vyžádala legislativa zavedení povinnosti svítit během jízdy i přes den. U nás byla tato povinnost vymezena pouze na zimní měsíce, ale od 1. 7. 2006 jsme povinni podle platného zákona svítit v průběhu celého roku [19]. Osvětlování vozidel je tedy z jasných důvodů přísně definováno platnou legislativou, podrobněji popsanou v Příloze A diplomové práce. Nepovolené odchylky mohou být kontrolními orgány nekompromisně trestány. Platí zde dvojnásob zásada, že co není výslovně povoleno, je zakázáno [6].

Osvětlení vozidla tvoří obrysová, tlumená, dálková světla, světla do mlhy (přední a zadní), zpětná světla, brzdová světla (tvořená 3 světly), výstražná světla a světla signalizující rozměry vozidla – ta jsou pouze u některých vozidel. Dále sem patří i světla směrová a osvětlení registrační značky [31]. V této práci se budu detailněji zabývat pouze světly obrysovými, tlumenými – tedy potkávacími, dálkovými, denními a okrajově také předními světly do mlhy.

5.1 VYMEZENÍ POJMŮ

Hlavní světlomet sestává z reflektoru, do kterého jsou zezadu zastrčeny jedna nebo dvě objímky se žárovkou. Reflektor soustředí světelné paprsky ze žárovky a usměrňuje je dopředu, před vozidlo [8].

Podle způsobu osvětlování vozovky se hlavní světlomety dělí na dálkové a tlumené. Oba tyto světlomety mohou být sloučeny v jeden kombinovaný světlomet, který je vybavený dvouvláknovou žárovkou. Podle toho, jaké vlákno v žárovce rozsvítíme, získáme dálkové nebo tlumené světlo [6].

Hlavní světlomety jsou u současných vozidel opatřeny tzv. čirou optikou. Čirá optika lépe využívá světelnou energii, a má tedy lepší účinnost. Světlomet je rozdělen na komory. Rozptylu světla se dosahuje tvarem reflexních ploch komor, které jsou samostatné pro jednotlivá světla, a mají tedy i samostatné žárovky pro světla potkávací, dálková, obrysová a směrová. Při zapnutí dálkových světel zůstávají svítit i světla potkávací, čímž je docíleno lepšího osvětlení vozovky a tím i zlepšení bezpečnosti jízdy.

Paprsky dálkového světla jsou usměrňovány do kuželu s menším sklonem, aby měly co největší záběr a aby vykrývaly slepé prostory. Paprsky ještě před opuštěním světlometu procházejí sklem, které je cíleně rozptyluje tak, aby paprsky tlumeného světla měly širší a plošší záběr, a aby byly skloněné více dolů [8].

5.1.1 Tlumené světlo

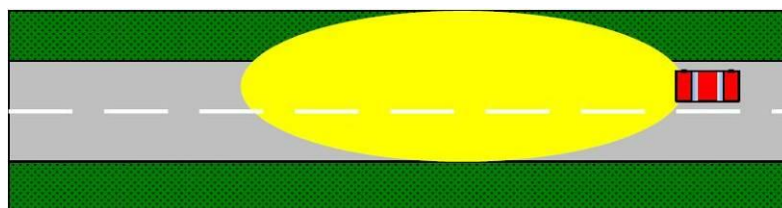
Cílem tlumených světel je poskytnout dostatečné osvětlení vozovky a zároveň potlačit oslnění protijedoucích řidičů. Geometrie svícení je dána mezinárodními předpisy, přejatými do národních podmínek provozu vozidel na pozemních komunikacích. Pro správné plnění účelu tlumených světel, musí být světla správně seřizena. Seřízení světel se provádí speciálním přístrojem – regloskopem, nebo s pomocí svislé stěny [6].

V praxi se používají systémy tlumených světel odvozené ze dvou základních typů.

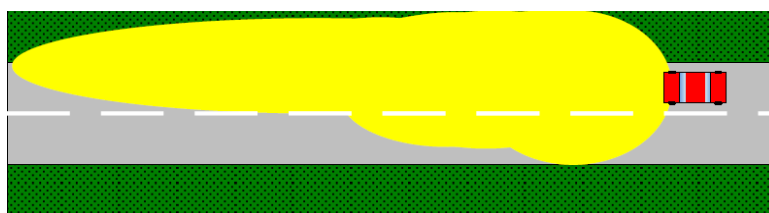
Evropský systém se vyznačuje klopením světelného kužele tlumených světel směrem dolů a výrazným potlačením světelných paprsků v horní polovině světelného kužele. Existují možnosti:

- Symetrické tlumené světlo – tento systém se používal v Evropě před zavedením asymetrického systému. Má vodorovné rozhraní potlačeného světla, souměrné vpravo i vlevo.
- Asymetrický evropský systém – je normalizován předpisy EHK OSN.

Americký systém se vyznačuje klopením tlumených světel šikmo dolů na stranu od protijedoucích vozidel. Tento systém lépe osvětluje, ale více oslňuje [3].



Obr. č. 5 – Symetrické rozdělení světla před vozidlem [5]



Obr. č. 6 – Asymetrické rozdělení světla před vozidlem [5]

5.1.2 Dálkové světlo

Dálkové světlomety mají za účel osvětlit vozovku před vozidlem alespoň do vzdálenosti 100 metrů, a umožnit tak řidiči jízdu vyšší rychlostí. Seřízení dálkových světel je prováděno pomocí stejných pomůcek jako u světel tlumených s rozdílem, že středy světelných kuželů bývají seřizovány na značky středů světlometů. Pokud jsou dálková světla v jednom reflektoru spolu s tlumenými kombinovaná, mělo by být zároveň se seřízením tlumeného světla automaticky seřízeno i světlo dálkové. Současně s dálkovými světly musí být v činnosti, taktéž jako u tlumených světel, i světla obrysová.

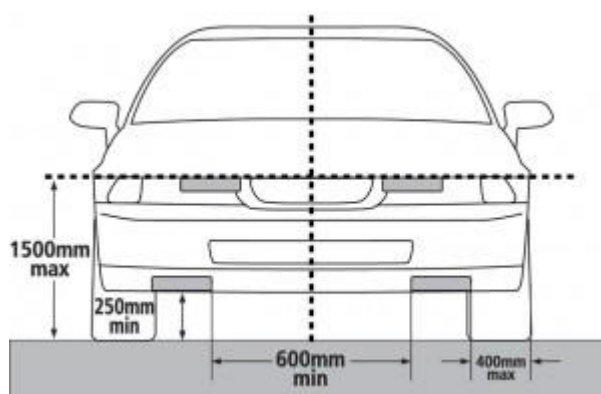
Je-li vozidlo vybaveno více než jedním párem dálkových světlometů, může se jeden z nich natáčet směrem do zatáček v závislosti na úhlu natočení volantu, tzn. úhlu natočení kol [6].

5.1.3 Denní svítilny

Denní světlomety jsou určeny k osvětlení vozidla pouze za denního světla, kdy se užívají místo tlumených a obrysových světel. Jedná se o speciální světlomety s homologací „RL“. Tato světla se montují na předek vozidla, tudíž svítí pouze směrem dopředu. Nesmí se používat na motocyklech, mopedech ani traktorech [6].

Na základě evropské homologační známky a prostoru v českém zákoně o provozu na pozemních komunikacích, lze těmito světly dodatečně vybavit každé dvoustopé vozidlo [18].

Základní pravidla pro dodatečnou montáž světel pro denní svícení:



Obr. č. 7 – Správné umístění světel pro denní svícení [18]

- Na jedno vozidlo se montuje jeden pár světel
- Světla se umísťují ve vodorovné rovině ve výšce od 250 mm do 1 500 mm na přední část vozidla
- Vzdálenost světel od bočního obrysu je maximálně 400 mm, a vzájemně mezi světly minimálně 600 mm (u vozidel s šířkou menší než 1 300 mm je povolena vzájemná vzdálenost 400 mm)
- Světla se musí rozsvítit automaticky po nastartování motoru, a zhasnout po jeho vypnutí
- Při rozsvícení světlometů musí světla pro denní svícení automaticky zhasnout [18].

Denní LED světla DRL

Pro denní svícení je možno používat LED světla (DRL – daylight running lamp) [19]. Základem těchto světel jsou speciální moduly s diodami LED s elektronickým řízením proudu. Světla dávají bílé světlo s teplotou 6 000 K (Kelvin), která odpovídá použití xenonových výbojek. Vyznačují se silně rozptýleným tokem světla, který netvoří kužel jako u běžných světlometů. Rozptýlené světlo svým charakterem neoslňuje protijedoucí řidiče ani neosvětluje vozovku, ale v dostatečné míře zajišťuje podmínku, aby bylo vozidlo viděno ostatními účastníky silničního provozu [3].

Díky světlům LED má vozidlo nižší spotřebu elektrické energie o 130 až 180 W. Tato nižší spotřeba energie znamená hlavně nižší spotřebu paliva, což je u těchto světel velká výhoda. Díky tomu, že se během dne nepoužívají klasické potkávací světlomety, prodlouží se u nich životnost žárovek. Životnost samotných LED svítidel je udávána až na 50 000 hodin [19]. Světla jsou určena výhradně pro provoz za nesnížené viditelnosti [3]. Legislativní vymezení pro denní svícení lze nalézt v Příloze A diplomové práce.



Obr. č. 8 – Denní LED světla DRL [19]

5.1.4 Přední obrysová světla

Obrysová světla musí mít každé silniční vozidlo. Tato světla slouží k tomu, aby si ostatní účastníci silničního provozu udělali představu o rozměrech daného vozidla. Obrysová světla jsou umístěna v dolní části vozidla. Tato světla musí svítit dopředu bílou barvou tak, že nesmí oslňovat ostatní řidiče [7].

Vozidla, jejichž šířka přesahuje 2 100 mm a výška 2 500 mm, musí být vybavena ještě tzv. doplňkovými obrysovými světly, umístěnými co nejbližší k okraji vozidla co nejvýše. U

vozidel s šířkou 1 800–2 100 mm je jejich montáž nepovinná, ovšem u vozidel užších než 1 800 mm jsou zakázána [6].

5.2 KONSTRUKCE SVĚTLOMETŮ

Světloomet je sestaven z pouzdra nesoucího objímku, v níž je uchycen světelný zdroj a odrazová plocha. Před světelným zdrojem může být umístěna clona. S odrazovou plochou je spojeno krycí sklo. Obrysové světlo může být taktéž umístěno ve světlometu.

Pouzdro

Pouzdro slouží jako nosná část celého světlometu. Musí zajistit pevné a neměnné spojení dílčích částí světlometu. Světloomet je na vozidle upevněn pomocí objímky. Toto upevnění musí být spolehlivé a trvalé, konstrukce musí zároveň umožňovat v určité míře nastavení světlometu do předepsané polohy.

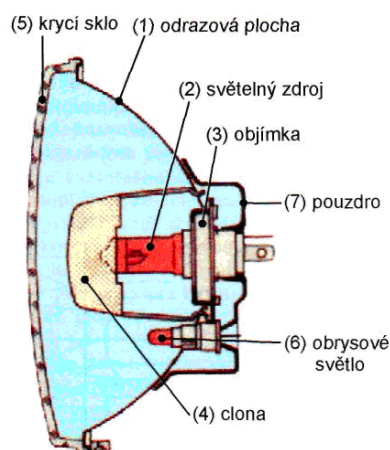
Krycí sklo

V případě, že nelze dosáhnout vhodného rozložení světla jen úpravou tvaru odrazové plochy nebo polohou světelného zdroje, je nutno použít *tvarované krycí sklo*. Toto krycí sklo vhodně láme a usměrňuje světelné paprsky.

Na krycím skle může být několik polí s různým tvarováním a působením do určitých směrů. Sklo musí být čiré, bez kazů a s vysokou optickou propustností. Krycí sklo musí být svislé, aby byla dosažena požadovaná úprava světelného toku. Úkolem krycího skla je ochránit vnitřek světlometu před nečistotami a mechanickým poškozením. U moderních odrazových ploch je možno dosáhnout toho, že světelný tok je zcela upraven již samotnou odrazovou plochou a krycí sklo může být hladké, bez optických elementů. Utěsnění vnitřního prostoru světlometu se provádí těsněním vloženým mezi krycí sklo a odrazovou plochu, nebo jsou obě části spojeny pevně.

Odrazová plocha (reflektor)

Odrazová plocha je citlivá, přesně tvarovaná součást s chromovaným povrchem. Má zásadní vliv na vytvoření požadovaného tvaru světelného toku a světelnou účinnost. Světelná účinnost závisí na tvaru odrazové plochy a na jejím povrchu. Povrch odrazové plochy musí být hladký, trvanlivý s malou pohltivostí a musí dobře odrážet světelné paprsky. Odrazová plocha je vyrobena z ocelového plechu, v poslední době jsou používány i plasty [3].



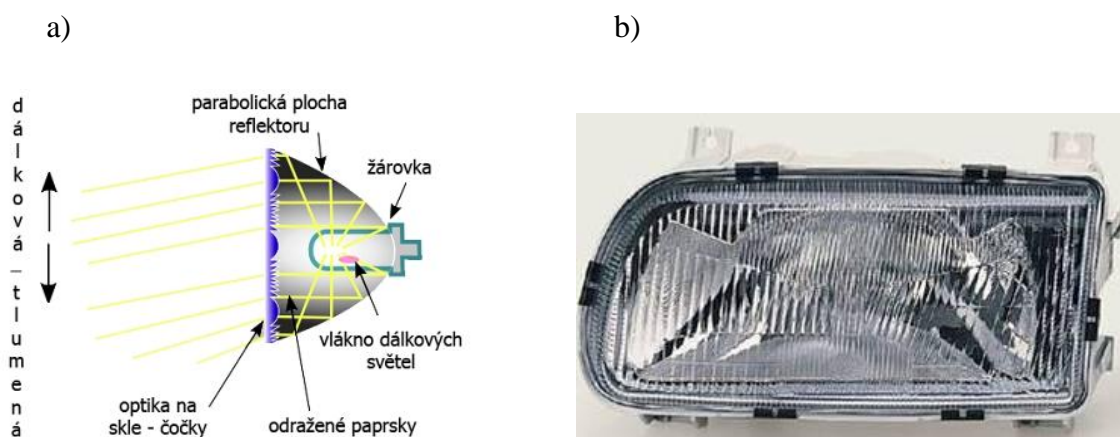
Obr. č. 9 – Základní uspořádání světlometu [3]

5.2.1 Druhy odrazových ploch

- Parabolické světlomety
- Elipsoidní světlomety
- Světlomety s volnou plochou
- Kombinace elipsoidního světlometu a světlometu s volnou plochou

Parabolické světlomety

U těchto světlometů je odrazová plocha tvořena povrchem paraboloidu. Paraboloid je parabola, která se otáčí kolem své osy. Pro tlumené světlo se využívá horní část světlometu. Zdroj světla je umístěn tak, že nahoru vyzářené světlo je odrazovou plochou odraženo přes optickou osu na vozovku. Paprsky světla jsou při tom vyzařovány rovnoběžně. Rozdělení světla na vozovku je docíleno optickými formami na krycím skle, a to svislým válcovým profilem pro horizontální rozdělení světla a prizmatickou strukturou ve výši optické osy, sloužící k posunu světla, aby bylo dosaženo potřebného asymetrického osvětlení vozovky [9].

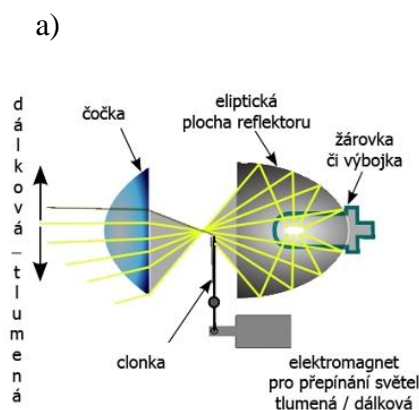


Obr. č. 10 – a) Konstrukce parabolického světlometu [21] b) Parabolický reflektor Škoda Felicia A02 [14]

Rotační paraboloid má jedno ohnisko, jehož poloha je rozhodující pro průběh světelného toku. Odrazové plochy s malou ohniskovou vzdáleností zajišťují homogenní osvětlení před vozidlem, plochy s velkou ohniskovou vzdáleností zaručují větší dosah světla. Pokud je zdroj světla umístěn v ohnisku, odráží se světelné paprsky od plochy rovnoběžně s osou paraboloidu – dálková světla. Pokud je zdroj světla před ohniskem, odráží se světelné paprsky, které vytvářejí rozptylový kužel světla [8].

Elipsoidní světlomety

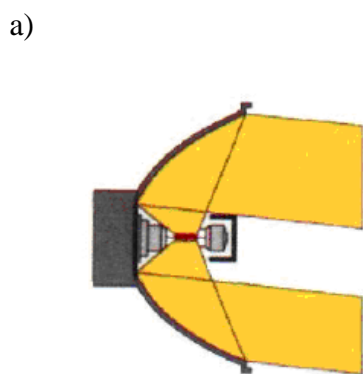
Odrazová plocha je tvořena jednou polovinou trojrozměrného elipsoidu a je označována DE (Dreiachse Elipsoid). Takovéto světlomety pracují na podobném principu jako diaprojektor, a proto se také označují jako *projekční světlomety*. Elipsoidní světlomet přebírá světlo zdroje a soustřeďuje je do druhého ohniska. První ohnisko leží stejně jako u parabolického světlometu uvnitř reflektoru. Clona, která je vložena mezi ohniska, ohraničuje rozdělení světla a vytváří hranici světla a tmy. Systém musí být vždy doplněn o čočku nebo soustavu čoček, zaručující usměrnění světelného toku do výstupního kužele požadovaného směru [3]. Čočka funguje jako objektiv u projekčního přístroje a promítá rozdělení světla na vozovku. Projekční světlomety se uplatňují zejména u mlhových světlometů [8].



Obr. č. 11 – a) Konstrukce projekčního světlometu [21], b) Projekční reflektor Škoda Superb B5 [14]

Světlomety s volnou odrazovou plochou

Volná odrazová plocha je označována FF (FreeFlat). Světlomet s volnou plochou má plochu reflektoru volně vytvořenou v prostoru. Plocha je rozdělena do jednotlivých segmentů, které osvětlují různé části vozovky. Takto se může pro tlumené světlo využít prakticky celá plocha reflektoru. Odrazových bodů může být až 50 000. Každý bod má danou funkci: shromáždit, koncentrovat, usměrnit a rozptýlit světlo [3]. Právě ohyb světlených paprsků a rozptyl světla se vytváří přímo pomocí ploch reflektoru. Může se proto použít čisté krycí sklo bez optických elementů. U některých vozidel je plocha krycího skla skloněna natolik, že by bylo prakticky nemožné použít ji pro usměrnění světelných paprsků [8].



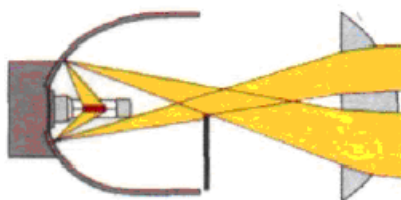
Obr. č. 12 – a) Konstrukce světlometu s volnou odrazovou plochou [3], b) Reflektorová optika Škoda Fabia A04 [14]

Kombinované světlomety

Kombinované světlomety, tedy elipsoid a volná plocha jsou projekční systémy, u kterých je plocha reflektoru navržena technologií volných ploch. Reflektor směřuje zachycené světlo tak, aby ho co nejvíce dopadalo přes clonu na čočku, která ho promítá na vozovku [8].

Světlomety Super DE

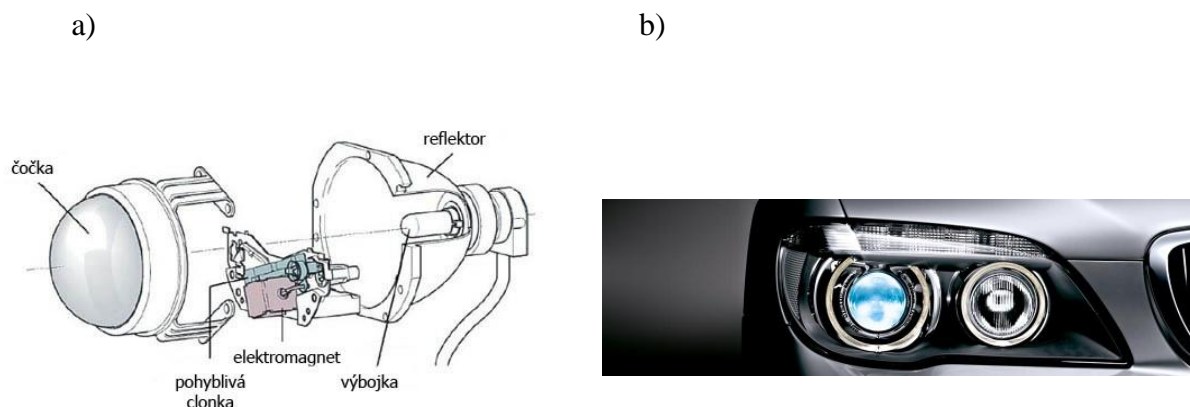
Jedná se o kombinaci volné odrazové plochy FF s projekčním optickým systémem DE. To umožňuje zvětšit šířku rozptylu a zlepšit tak osvětlení stran vozovky. Odrazová plocha zachycuje co největší množství světla a odráží je. Světelný tok jde přes clonu na čočku, která ho promítá na vozovku. Světlo je možno soustředit na hranici světlo-tma. Tímto způsobem se dosáhne většího dosvitu [3].



Obr. č. 13 – Světlomet Super DE [3]

Xenonové světlomety

Výhody pro dálková světla zajišťuje systém „Xenon Plus“. Tento systém při přepnutí na dálková světla (a zpět) aktivuje elektromagnet, který způsobí překlopení clony nebo natočení celé xenonové výbojky [9].



Obr. č. 14 – a) Rozklad xenonového světlometu [21], b) Xenonový světlomet [21]

Bi-xenonové světlomety

Světlomet s označením bi-xenon vyvinula v roce 1997 firma Hella [3]. Tyto světlomety využívají pro tlumená i dálková světla jako zdroj společnou plynovou výbojku. Výhodou bi-xenonových světlometů je mimořádně široký světelný paprsek, který dobře osvětluje vozovku také po stranách. Jejich další výhodou je barva vyzařovaného světla, která se velmi podobá dennímu světlu. Díky tomuto systému se oči řidiče dokážou rychle a bez problémů přizpůsobovat měnícím se světelným podmínkám v okolí [9]. Zároveň jsou snižovány náklady a nároky na zastavěný prostor, což patří mezi další, z řady jeho výhod [3].

a)



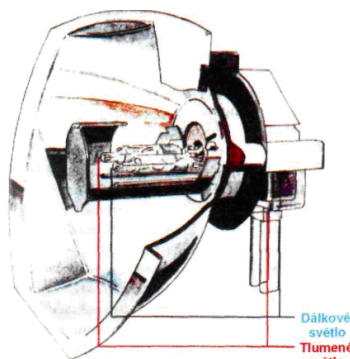
b)



Obr. č. 15 – a) Bi-xenonový modul [14], b) Světlomet Bi-xenon (D2S+H7) [17]

Bi-xenonový světlomet s odrazovým systémem

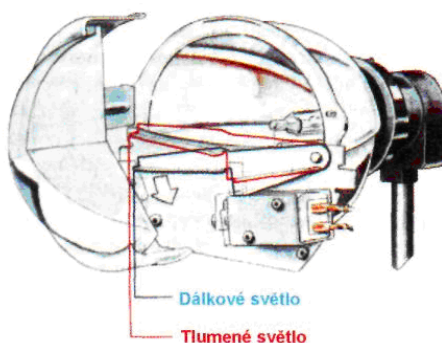
Pro tlumená a dálková světla je pro dosažení požadovaného rozdělení světelného toku použita jako zdroj světla xenonová výbojka, která je mechanicky posouvána do dvou poloh. Tyto polohy jsou od sebe vzdáleny několik milimetrů. U tlumeného světla vytváří hranici světla a stínu stínění na výbojce [3].



Obr. č. 16 – Bi-xenonový světlomet s odrazovým systémem [3]

Bi-xenonový projekční světlomet

U bi-xenonových projekčních světel je výbojka ve světlometu zabudována pevně, pohyblivá je clona, která tvaruje tlumené a dálkové světlo. V horní poloze vytváří předepsanou hranici světla a tmy pro tlumené světlo. Naopak, pokud je clona sklopena do spodní polohy, získá se široce rozptýlené intenzivní dálkové světlo. Do tohoto světlometu je možno integrovat další funkce, jako např. systém vyhodnocování vzdáleností vpředu jedoucího vozidla [3].



Obr. č. 17 – Bi-xenonový projekční světlomet [3]

K výhodám obou typů bi-xenonových světlometů, tedy bi-xenonové světlometry s odrazovým systémem a projekčním světlometem, patří mimořádné intenzivní a široce rozptýlené dálkové světlo a nízká spotřeba energie při provozu dálkových světlometů [3].

Světlometry Litronic

Systém světlometů Litronic (Light-Elektronics) s xenonovou výbojkou plní požadavky jak na druh světla a jeho intenzitu, tak na kompaktní konstrukci. Životnost systému činí 1 500 hodin. Tyto světlometry mají v porovnání s halogenovými světlometry vyšší světelný tok se specificky přizpůsobeným rozdělením svítivosti, čímž jsou lépe viditelné okraje vozovky. Tento systém osvětlení zajišťuje především zlepšenou viditelnost i orientaci při špatném počasí a v obtížných jízdních situacích, což přináší zlepšení v otázce bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích [8].

Světlometry Bi-Litronic

Tento systém osvětlení spočívá v reflexním principu. Zde je vytvářeno pomocí jedné výbojky z dvojsvětlometového systému tlumené i dálkové světlo. K tomu při přepnutí

přepínače pro dálkové a tlumené světlo uvádí elektromagnetický člen výbojku v reflektoru do dvou různých poloh, které určují výstup světelného toku pro dálkové nebo tlumené světlo [8].

5.2.2 Zdroje světla

Zdroje světla pro motorová vozidla tvoří mezi ostatními žárovkami samostatnou skupinu vzhledem k tomu, že jsou za provozu vozidel vystaveny značně nepříznivým podmínkám, a to kolísajícímu napájecímu napětí a silným otřesům [30].

Jako zdroj světla se v hlavních světlometech používá množství normalizovaných žárovek v závislosti na konstrukci světlometu. Pro základní přiřazení světelného zdroje ke světlometu se mohou použít homologační značky. Je-li světlomet homologován jako halogenový (**HC, HR, HCR** atd.), musí se do tohoto světlometu použít pouze halogenová žárovka. Je-li světlomet homologován jako výbojkový (**DC, DR, DCR, DLSRC** atd.), musí do něj být použita jen výbojka [6]. Nevýhoda u světelných zdrojů používaných u motorových vozidel je malá světelná účinnost. Výhody jsou ale jejich okamžitá provozuschopnost po zapnutí, možnost konstrukce vhodné pro napětí používané u motorových vozidel, apod. [30]. Jako základní rozdělení světelných zdrojů bych uvedla na žárovky, výbojky a LED diody. Podrobnější dělení těchto zdrojů je uvedeno v této podkapitole.



Obr. č. 18 – Přehled typů žárovek a výbojek na vozidle

Tlumená/dálková světla [14]

Žárovky

Žárovky představují nejrozšířenější druh zdrojů světla pro motorová vozidla. Patří tedy mezi žárové zdroje světla. Vznik světla je u nich podmíněn vysokou teplotou svítící

látky. Žárovky mají spojité spektrum, což znamená, že vyzařované světlo obsahuje všechny barvy od červené po fialovou. Jejich světelná účinnost je velmi malá, protože při teplotách dosažitelných u vláken, je převaha vyzařované energie na straně tepla [3].

Konstrukce žárovky

Vlákno

Počet vláken v žárovce je jedno nebo dvě. Jsou vyrobeny z wolframu, který má teplotu tání 3 410 °C, a jsou vinuty v jednoduché šroubovici. Šroubovice je rovná nebo má tvar oblouku, případně písmene V. U obyčejných dvouvláknových žárovek se používá pro dálkové světlo vlákno ve tvaru oblouku nebo písmene V, pro tlumené světlo rovné vlákno [3].

Patice

Patice žárovek musí umožňovat mechanicky spolehlivé uchycení žárovky tak, aby vlivem otřesů nedocházelo ke změně polohy vzhledem k optickému systému. Tvar patic je normalizován, a je přiřazen jednotlivým druhům, žárovek. Jsou známy žárovky, které mají patice bajonetové, přírubové, sulfítové, ale existují také bezpaticové žárovky [8]. Poloha ve svítidlech bývá u většiny žárovek zajištěna použitím bajonetových patic, jen žárovky do hlavních světlometů mají patice přírubové pro přesnější dodržení polohy vlákna [30].

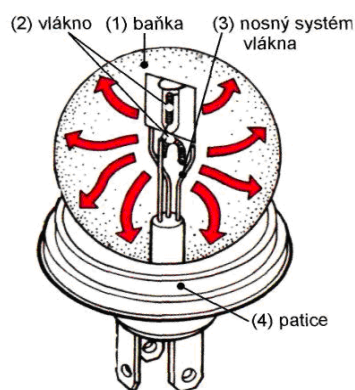
Základní parametry žárovek

- Jmenovité napětí – 6 V až 24 V
- Jmenovitý příkon – 2 W až 75 W
- Světelný tok – 20 lm až 2 150 lm [3].

Běžné žárovky

Žárovka se skládá ze skleněné baňky, wolframového vlákna, nosného systému vlákna a patice, ke které je baňka přitmelena.

U motorových vozidel jsou používány žárovky plněné netečným plynem. Jako netečný plyn bývá používána většinou směs dusíku a argonu. Tímto opatřením se snižuje emise materiálu vlákna. Emisí materiálu, která vzniká při vysokých teplotách, se vlákno zeslabuje, a v místě zeslabení dojde k přetavení nebo přetržení vlákna. Na vnitřním povrchu baňky se usazuje emitovaný materiál, tím se snižuje světelná účinnost žárovky [3].

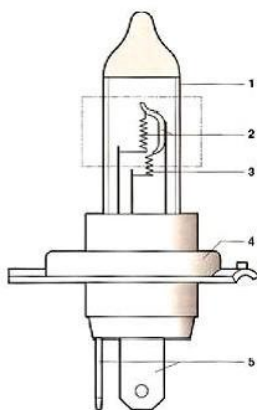


Obr. č. 19 – Běžná žárovka [3]

Halogenové žárovky

Halogenové žárovky mají menší baňku, aby byla uvnitř dosažena požadovaná teplota, mají vyšší svítivost i delší dobu života – ta je dvojnásobná, než u baněk běžných [3]. Tyto žárovky využívají efekt rozžhaveného vlákna, kterým prochází elektrický proud [14]. Baňka je vyrobena z křemičitého skla, které je velmi citlivé na znečištění, především mastnotou. Baňka žárovky je naplněna plynem s příměsí halových prvků. U motorových vozidel se používá metylenbromid jako plnicí plyn, jako halový prvek brom. Proces probíhající uvnitř baňky, se nazývá halogenový cyklus [3].

Halogenové výbojky H7, zavedeny roku 1995, jsou dnes nejrozšířenějším zdrojem světla moderních světlometů s tzv. volnou odrazovou plochou [9].



Obr. č. 20 – Halogenová žárovka

1 – baňka žárovky, 2 – vlákno žárovky tlumeného světla s krytkou, 3 – vlákno žárovky dálkového světla, 4 – patice, 5 – elektrické připojení [14]

Výbojky

Výbojky jsou skleněné trubice naplněné příslušným médiem, do jehož konců jsou zataveny přívody k elektrodám. Elektrody jsou studené, nebo jsou žhaveny procházejícím proudem. Světlo vzniká výbojem mezi elektrodami. Ty jsou umístěny ve zředěném plynu nebo parách některých kovů. Připojí-li se elektrody na vhodné napětí, rozzáří se plyn mezi nimi a vydává obvykle jednobarevné světlo. Výbojka bývá v provozu pouze mírně teplá. Teplo, které se u ní vytváří, totiž není podmínkou vzniku světla, ale jen průvodním jevem [3].

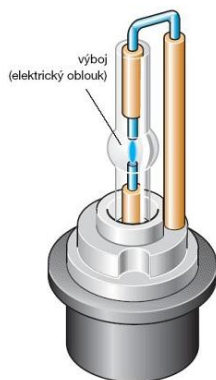
Xenonové výbojky

Xenonové výbojky neboli HID (High-Intensity Discharge – výboj s vysokou intenzitou), jsou skleněné trubice, které jsou vyrobeny z čistě křemičitého skla se zatavenými elektrodami. Trubice je naplněná xenonem a přísadou metalických solí. Plyn xenon v první fázi po zapálení pomáhá tomu, aby náběh výbojky do plného výkonu byl dostatečně rychlý [14]. Mezi oběma elektrodami dojde k přeskoku jiskry a tím k ionizaci plynné náplně. Tímto dojde k vytvoření elektrického oblouku [3]. Z tohoto vyplývá, že xenonové výbojky nemají žhavicí vlákno. U těchto výbojek jsou potřeba ke správné funkci podpůrné systémy – elektronická řídicí jednotka a startér. Předpisy stanovují, že vůz s xenonovými výbojkami musí být vybaven automatickým nastavováním sklonu a ostřikovači světlometů [14].

Dva druhy výbojek, v dnešní době používaných:

- D2S – pro projekční systémy
- D2R – pro čistě odrazové plochy (reflexní)

a)



b)



Obr. č. 21 – a) Xenonová výbojka [21], b) Xenonová výbojka D2S [34]

Světlo emitující dioda (LED)

Světlo emitující dioda LED je polovodičový prvek fungující na principu polovodičových destiček, které přetvářejí elektrický proud na světlo [14]. Jejich výhodou je úzký příkon a barevná stálost světla. Používají se zejména jako indikační a kontrolní prvky, existují ale i supersvítivé diody použitelné do koncových a brzdových světel osobních automobilů, dnes už i pro denní svícení [3]. LED světla mají vysoce efektivní výbojový světelný zdroj, který vydrží svítit 50 až 100 000 hodin, což odpovídá přibližně 10 letům nepřetržitého svícení. Svícení je mnohonásobně úspornější než jakékoliv jiné konvenční světelné zdroje. První LED zdroj vyrobený pro přední světlomety se nazývá Luxeon K2 SMT [14].

Výhody LED diod:

- Možnost častého vypínání a zapínání
- Svítidla s LED diodami nepotřebují reflexní parabolu
- Vysoká odolnost vůči nárazům a otřesům
- Nízká spotřeba elektrické energie
- Rychlejší rozsvícení než u žárovek
- Vysoká životnost
- Vysoká účinnost přeměny elektrické energie na viditelné záření [24].

a)



b)



Obr. č. 22 – a) Luxeon K2 SMT [14], b) Přední světla s LED diodami [20]

6 MODERNÍ SYSTÉMY OSVĚTLOVACÍ TECHNIKY

Tato kapitola je věnována moderním osvětlovacím technikám vozidel. Mezi tyto nejmodernější techniky řadíme zejména adaptivní světlomety, systémy pro noční vidění a další inovativní zdroje osvětlení, které jsou v čím dál větší míře zdokonalovány a používány u nových vozidel. Tyto systémy totiž přináší pro řidiče, a vůbec celkově pro dopravní provoz, větší komfort a převážně bezpečnější jízdu, zejména za snížené viditelnosti a v nočních hodinách.

6.1 ADAPTIVNÍ SVĚTLOMETY

V roce 1993 vznikl skupinou devíti výrobců automobilů a světlometů projekt AFS Eureka. Dnes na této technologii spolupracuje 23 společností. První úspěch tohoto projektu byly adaptivní světlomety AFL (Adaptive Forward Lighting), či AFS (Advanced Front Lighting System).

Světlomety jsou schopny měnit rozložení a směr svícení v závislosti na rychlosti, směru jízdy vozidla, ale také na počasí a dalších faktorech. Podle odborných studií totiž klesá vizuální vnímavost řidiče v noci a při nedostatečném osvětlení až na 4 %. Právě až 90 % všech informací, potřebných pro řízení vozidla přijímá řidič prostřednictvím zraku. Pro potkávací světlomety z tohoto důvodu předepisují normy ECE fotometrické hodnoty s přesně definovaným tvarem a rozložením světla [8].

6.1.1 Adaptivní světlomety AFL a AFS

Poprvé se adaptivní světlomety AFL objevily v 60. letech minulého století, ve vozidle Citroen DS. Systém osvětlení spočíval v mechanickém horizontálním pohybu dálkových světlometů podle úhlu volantu [24].

V roce 2003 se stal Opel prvním producentem vozidel, uvádějící natáčecí světlomety, a do boků zářící světla pro odbočování [9]. Tyto přední přizpůsobivé světlomety jsou schopny natáčet se o $\pm 15^\circ$ při jízdě v zatáčkách. Vozidlo je vybaveno elektronickou řídicí jednotkou, která má za úkol shromažďovat a vyhodnocovat signály od senzorů. Těmito senzory jsou myšleny senzory vnějšího osvětlení, rychlosti, úhlu natočení volantu, zapnutí směrových světel apod. Řídicí jednotka dále řídí zapínání, vypínání a natáčení světelných jednotek uvnitř světlometu (horizontální nebo vertikální). S těmito světlomety je možno svítit svazkem

tlumeného světla při jízdě po silnici, jízdě na dálnici, ve městě a za špatného počasí, převážně za deště [24].

Adaptivní světlomety se natáčejí nejenom do stran, ale za určitých okolností se mění i úhel jejich paprsku ve vertikální rovině. Překročí-li rychlost vozu hranici 115 km/h, zvedne se automaticky světelný paprsek tlumených světel o něco výš, což zlepší výhled řidiče. Tento systém se využívá zejména při *jízdě po dálnici*. Tento automatický regulační systém (standardní součástí světlometů AFL) při tom zabráňuje oslnění protijedoucích řidičů.

Oproti systému automaticky zvednutého světleného paprsku pro jízdu po dálnici, jsou kladeny na světlomety také požadavky pro *provoz ve městě*. Zde se totiž největší nebezpečí při jízdě vozidlem nachází v neosvětlených prostorách ležících bokem ke směru jízdy, ve kterých se mohou objevit chodci či cyklisté. Proto mají tyto moderní světlomety za úkol tato místa co nejintenzivněji eliminovat.

Všechny tyto funkce budou moderní světlomety AFL zvládat ještě lépe po propojení se satelitními navigačními systémy – osvětlovací systémy budou díky tomu moci ještě rychleji reagovat na blížící se zatáčky nebo klesání či stoupání silnice [9].

a)



b)



Obr. č. 23 – a) Řez světlometem s funkcí AFL [21], b) Světlomet s funkcí AFL [21]

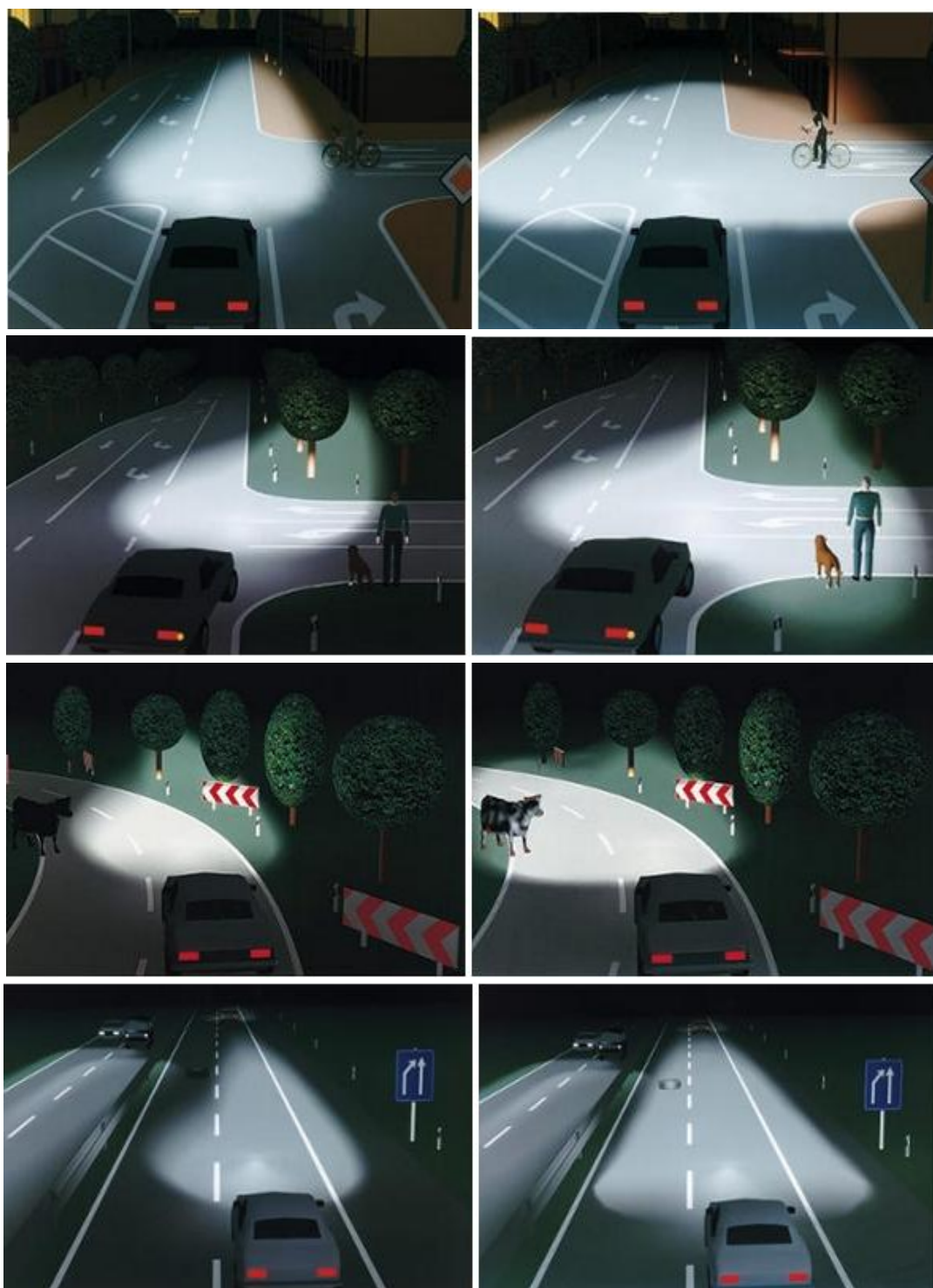
Tyto moderní světlomety se také přizpůsobují počasí. Určitě každému řidiči jízdu vozidlem znepříjemňuje déšť, sněžení nebo mlha. Totiž při těchto situacích je řidič rušen odrazy světlometů od lesklého povrchu vozovky. Moderní světlomety proto cíleně snižují intenzitu osvětlení centrální části silnice před automobilem a naopak zvyšují intenzitu dvou postranních světelných kuželů, které osvětlují ve střední vzdálenosti okrajové sekce vozovky [9].

System AFS nabízí:

- Světlo pro jízdu po mimo městské komunikace, které viditelně lépe osvětluje krajnici
- Světlo na jízdu po dálnici, zvyšující intenzitu a dosah světlometů
- Rozšířené světlo do mlhy, to natočí levý světlomet směrem do středu vozovky a sníží samotný kužel světla
- Aktivní světlo do zatáčky, kde se podle úhlu natočení volantu natáčí světlometry až do 15° ve směru zatáčky
- Odbočovací světlo, fungující do rychlosti 40 km/h, po zapnutí směrového světla osvětluje oblast před autem v úhlu až 65° [19].



Obr. č. 24 – Rozložení svítivosti s AFS (žlutá barva) a bez AFS (fialová barva) [24]



*Obr. č. 25 – VLEVO: Klasická světla, VPRAVO: Adaptivní světla
 Situace (shora dolů): Městská světla, Odbočovací světla, Natáčecí světlomety pro běžný provoz na silnici, Dálniční světla [36]*

6.1.2 Odbočovací světlomet

Součástí adaptivních světlometů jsou odbočovací světlomety, které pomáhají osvětlovat místa ležící bokem ke směru jízdy vozu. Do tělesa světlometů je začleněn ještě jeden malý reflektor mezi dálkovým a tlumeným světlem, který je zaměřený do strany a aktivuje se při použití směrových světel, nebo při odbočování či vyjíždění z přímého směru jízdy, a to při jízdě do rychlosti 40 km/h. Odbočovací světla mají dosah asi 30 metrů, což znamená až o 90 % lepší osvětlení sekcí ležících bokem ke směru jízdy. Díky tomuto systému má řidič dokonale osvětlenou nejenom silnici před vozem, ale vidí dobře i do míst, kam hodlá odbočit. Může tedy včas zareagovat na případné nečekané překážky [9].



Obr. č. 26 – Odbočovací světlomet (Audi A8) [21]

6.1.3 Mlhový světlomet s funkcí Corner

Tato technologie bývá používána u předních světel osobních vozidel [14]. Systém monitoruje úhel natočení volantu a rychlost vozidla. V závislosti na směru a úhlu natočení volantu bývá aktivován levý nebo pravý světlomet do mlhy. Světlomet do mlhy osvětí prostor vedle vozidla v úhlu asi 60° [3]. Mlhový světlomet je umístěn nejméně 250 mm a nejvýše 900 mm nad vozovkou [14]. Tato funkce je aktivní až do rychlosti 40 km/h, pak se automaticky vypne. Výhodou této technologie je ta, že zvyšuje aktivní bezpečnost vozidla a to, že lze dříve zahlédnout chodce či jiné překážky na vozovce [3].

6.2 INOVATIVNÍ ZDROJE OSVĚTLENÍ VOZIDLA

U inovativních světlometů se používají jako zdroj světla xenonové výbojky. Mezi tyto zdroje osvětlení řadíme například bi-xenonové světlomety, osvětlení diodami LED – brzdová světla a směrová světla, adaptivní brzdová světla. Mezi další stupeň vývoje světelné techniky patří pixelové světlomety, o nichž se nyní zmíním.

Pixelové světlomety

Pixelové světlomety jsou třetím vývojovým stupněm světelné techniky po bi-xenonových a adaptivních světlometech. Tato technika umožňuje libovolně programovatelné rozdělení světla na vozovku, které je na bod přesné. Základem je čip DMD (Digital Micromirror Device = digitální mikrozrcadlové zařízení), který nese 480 000 mikroskopicky malých zrcadel o velikosti jednoho pixelu, jež jsou individuálně řízena a natáčena. Tato zrcátka přebírají funkci běžného reflektoru. Mezi tyto funkce se řadí například trvale využitelný neoslňující dálkový světlomet, u něhož je oblast ve výši očí protijedoucích řidičů ztmavena, nebo zvlášť jasné a cílené osvětlení dopravního značení. Na vozovku lze tímto způsobem promítat i různé informační symboly. Pixelové světlomety umožní ještě lepší dynamickou regulaci sklonu i bočního natočení světelného paprsku [8].

6.3 SYSTÉMY PRO NOČNÍ VIDĚNÍ

Zařízení pro noční vidění informuje řidiče o všech překážkách před vozem mnohem dříve, než by je zaregistroval pouhým okem. Videosenzory tak hrají u asistenčních systémů ústřední roli, protože podporují vidění řidiče a pomáhají mu, aby se v obtížných situacích koncentroval na to podstatné.

Podle statistik mají noční nehody v celkovém počtu nehod zvláštní postavení. Jsou totiž v průměru těžší než nehody denní, např. kolem 40 % smrtelných nehod proběhne v noci. V rámci *Iniciativy Prometheus* řeší celá řada evropských výrobců automobilů problém zlepšení viditelnosti za snížené viditelnosti, tzn. nejen v noci, ale i za mlhy, hustého deště apod., proto byla navržena celá řada řešení. Podpora řidiče se zakládá na speciálně vyvinuté kameře kombinované s výkonným počítačem a komplexním zpracováním obrazu. Tato kamera s nočním viděním je schopna využít neviditelného infračerveného světla a využívá se právě u silničních motorových vozidel, aniž by oslňovaly protijedoucí řidiče. Infračervené světlo vyzařují všechny objekty – lidé, zvířata, tráva apod. Objekty s vyšší teplotou mají světlejší barvu, takže chodci a zvířata se budou zobrazovat nejjasněji.

Některé podpůrné systémy nočního vidění Night Vision, založené na snímání infračerveného spektra záření, jsou propojeny s displejem HUD (Head-Up Display). Získaný obraz se promítá prostřednictvím tohoto displeje na sklo čelního okna. Speciální laserové světlomety osvětlují vozovku infračerveným světlem, jehož odraz snímá videokamera a výsledný černobílý obraz vidí řidič na klasickém displeji nebo HUD. Viditelnost při

zapnutých tlumených světlometech se tím zvětší z dnešních 40 m až na 150 m, ale největším přínosem je tato technika v extrémních podmínkách hustého deště, sněžení nebo mlhy [3].

6.3.1 Technologie NIR

Systém NIR (Near Infra-Red) vyžaduje k plnění svých úkolů zdroj světla. Na vozidle jsou vepředu umístěny dva zdroje světla, které pracují v infračervené oblasti. Využívaná oblast leží za horním koncem spektra viditelného světla a sahá do vlnové délky 1,1 mikrometru (celá oblast infračerveného záření je mnohem širší). Krycí sklo NIR světlometů je opatřeno filtrem, který propouští pouze infračervené paprsky. Společně s NIR světlometry musí být zapnuty i oba vnější světlometry [3]. Technologie NIR má dosah pouze 150 metrů. Podle studie rozpoznává systém NIR osoby na 59 metrů. Světlo odražené od objektů, silnice a osob je zachycováno infračervenou kamerou, v procesoru změněno na obraz a znázorněno na obrazovce. Systémy NIR jsou navíc citlivé na světla ostatních aut, semaforey, pouliční osvětlení a vysoce reflexní povrchy, jako jsou dopravní značky [8].



Obr. č. 27 – Systém NIR, noční vidění v podání Mercedes-Benz [32]

6.3.2 Technologie FIR

Technologii FIR (Far Infra-Red) využívá například systém Night Vision BMW. Tato technologie je podle studie michiganského výzkumného ústavu dopravy UMTRI z prosince 2004 pro zobrazování osob a zvířat vhodnější než technologie NIR. Technologie FIR pracuje na principu termovizní kamery, která přímo registruje pouze vyzařované teplo osob, zvířat a objektů. Neposkytuje detailní obraz příslušné dopravní situace. Hlavní předností infračervené

technologie FIR je nemožnost oslnění světlomety protijedoucích automobilů. Dosah systémů FIR se pohybuje kolem 300 metrů, což je přibližně dvakrát více než u systémů NIR, které pracují se zbytkovým světlem. Podle studie rozpozná systém FIR osoby průměrně na vzdálenost 165 metrů. Řidič může být proto dříve varován před možným nebezpečím. FIR má méně dílů a odpadá zdroj světla [8].



Obr. č. 28 – Systém FIR, noční vidění v podání BMW [21]

7 VLASTNÍ MĚŘENÍ

Měření bylo provedeno dne 6. 12. 2011 na parkovišti U rokle u Brněnské přehrady. Měření probíhalo v nočních hodinách v rozmezí 22:00–02:00 hodin, a provedla jsem jej za asistence Ing. Alberta Bradáče, Ph.D. a Ing. Bc. Marka Semely, Ph.D., společně s dalšími kolegy z Ústavu soudního inženýrství VUT Brno.

Cílem praktické části práce je provést dvojí měření:

- První měření se týká zjištění dosvitu halogenových a xenonových světlometů
- Druhé měření se týká naměření intenzity osvětlení u daných světlometů

Hodnoty dosvitu i jednotlivé intenzity osvětlení těchto světlometů mají být naměřeny ve dvou výškách účinného osvětlení, a to v úrovni vozovky (úroveň špičky obuvi, cca 2 cm nad rovinou vozovky) a v úrovni výšky kolene průměrně vzrostlého člověka (cca 50 cm nad rovinou vozovky). Podmínkou měření je jeho realizace za snížené viditelnosti. Měření bylo provedeno u každého ze světelných zdrojů vždy pro tlumené a dálkové světlo zvlášť.

Na pravou míru bych zde uvedla pojem snížená viditelnost, při které má být měření provedeno. „*Snížená viditelnost je situace, kdy účastníci provozu na pozemních komunikacích dostatečně zřetelně nerozeznají jiná vozidla, osoby, zvířata nebo předměty na pozemní komunikaci, například od soumraku do svítání, za mlhy, sněžení, hustého deště nebo v tunelu.*“ Pojem snížená viditelnost je vymezen v Části první, Hlavy I. – Úvodního ustanovení, § 2 – Vymezení základních pojmů, písmene ff), zákona č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů [16]. V době měření bylo zataženo ze začátku s mrholením, které přecházelo v déšť, v pozdějších hodinách přecházející v déšť se sněhem.

Pro ověřování dosvitu světlometů na vozovku uvádí Ing. František Kropáč, PhD. ve své práci [4] následující metody:

- Podle sklonu tlumených světlometů

Podle § 43 odst. 4 vyhlášky č. 41/1984 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích ve znění pozdějších předpisů, se optickým přístrojem regloskopem

kontrolujícím správné seřízení světlometů proměří, zda vertikální nastavení světlometů má sklon $-0,5\%$ až $-2,5\%$.

- Měřicím přístrojem luxmetrem

Luxmetrem se měří velikost dosvitu v úrovni vozovky. Výsledkem měření je zpracování grafické závislosti osvětlení (lx) na vzdálenosti (m) od zdroje. Z grafu lze pak jednoduše odečíst vzdálenosti dosvitu světlometů. Toto měření je velmi objektivní a poměrně rychlé.

- Subjektivním posouzením vzdálenosti, na kterou se tvoří stín za překážkou v úrovni vozovky

Tato metoda se provádí způsobem, že osoba která se vzdaluje od zdroje světla (čili od vozidla se zapnutými tlumenými či dálkovými světlomety) ve směru podélné osy před vozidlem sleduje, do jaké vzdálenosti se tvoří stín za její obuví. Konec tvoření stínu vymezuje vzdálenost dosvitu světel na vozovku [4].

Na následujícím obrázku je znázorněno místo provedeného měření. Naznačená červená přímka znázorňuje úsek, na kterém bylo provedeno měření dosvitu světlometů vozidel a jejich intenzita osvětlení.



Obr. č. 29 – Místo měření – parkoviště U rokle, Brněnská přehrada, Brno [29]

7.1 POMŮCKY PRO MĚŘENÍ

Pro měření byl použit měřicí přístroj Luxmetr PU 550, s číslicovou indikací. Tento přístroj byl použit jak pro zjištění dosvitu jednotlivých světlometů na vozovku, tak pro měření jejich intenzity osvětlení, čili osvětlenost E [lx], jež tato soustava umělého osvětlení zajišťuje.

Jako druhý přístroj byl použit měřič délek a vzdáleností – tzv. měřicí kolečko. Toto bylo použito při odměření 100-metrového měřeného úseku a jeho rozdělení pomocnými značkami na úseky po deseti metrech. Dále bylo měřicí kolečko použito při zjišťování vzdálenosti dosvitu od konce měřeného úseku, tedy od vzdálenosti 100 m, poněvadž dosvit světlometů – 2 lx, nebyl v žádném měřeném případě nalezen přesně na úrovni 100 m. Buď se jednalo o vzdálenost delší než 100 m nebo kratší, na což bylo využito právě zmiňované měřicí kolečko.

Poslední pomůcka, kterou je třeba zmínit, jsou použitá vozidla, bez nichž by měření nebylo možno provést.

7.1.1 Luxmetr PU 550

V případě mého měření dosvitu a intenzity osvětlení světlometů, byl použit měřicí přístroj Luxmetr PU 550 s číslicovou indikací, kterému bych se věnovala v následující podkapitole. Tento přístroj, vyrobený společností Metra Blansko a.s., je určen pro provozní měření osvětlení v průmyslových provozech a na pracovištích, za účelem údržby nebo kontroly intenzity osvětlení. Lze jím také měřit osvětlení komunikací a provádět laboratorní měření v rozsahu jeho technických možností [23].

Mezi přednosti tohoto přístroje se řadí:

- Měřicí sonda je vybavena kosinovým nástavcem pro korekci směrové chyby měřeného záření
- Součástí čidla, umístěného v měřicí sondě, je soustava optických filtrů zajišťujících spektrální citlivost blízkou spektrální citlivosti lidského oka
- Funkce HOLD využitelná např. při měření malých intenzit osvětlení
- Možnost externího napájení
- Nízká hmotnost přístroje
- Snadná obsluha a minimální údržba

K měření osvětlení slouží čidlo s křemíkovou fotodiodou, které je umístěno v pouzdru ve tvaru sondy, připojující se k vlastnímu přístroji pomocí kabelu s konektorem. V horní části měřicího přístroje se nachází konektor pro připojení měřicí sondy, kde je umístěn i konektor pro externí napájení.

Přístroj má 3 ½ místný displej, ze kterého se hodnota naměřené intenzity osvětlení odečítá. Volba rozsahů se provádí otočným pětipolohovým přepínačem. Přístroj je vybaven funkcí HOLD [23].

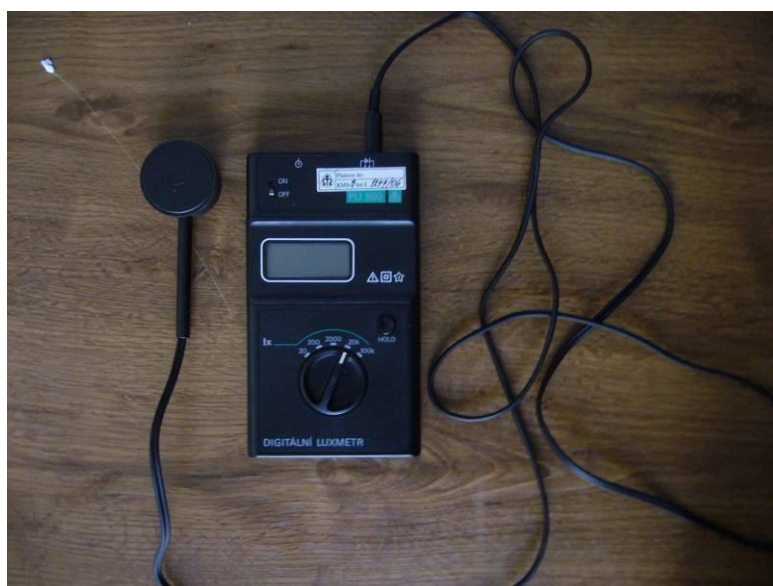
Měřicí rozsahy: 20, 200, 2000 lx

20, 100 klx

Přesnost: $\pm(0,5 \% \text{ z měřené hodnoty } \pm 0,5 \% \text{ z měřeného rozsahu} + \text{celková chyba fotometrické sondy})$

V rozsahu úhlů dopadu měřeného optického záření $\beta = 0^\circ \text{C}$ až 60°C , dosahuje hodnota směrové chyby $R = \max. 5 \%$.

Pracovní podmínky: Rozsah pracovních teplot	0 °C až +40 °C
Odolnosti proti teplotám	−25 °C až +55 °C
Hmotnost	cca 300 g (bez sondy)
Rozměry přístroje	168×96×35 mm
Napájecí baterie	9V IEC 6F22 [23].



Obr. č. 30 – Luxmetr PU 550

7.1.2 Parametry měřených vozidel

Měření dosvitu a intenzity osvětlení halogenových a xenonových světlometů, bylo vztahováno na vozidla totožného výrobce, konkrétně vozidla značky Škoda Octavia II.

Škoda Octavia Combi TDI (halogenové světlomety)

Toto vozidlo bylo propůjčeno Ústavem soudního inženýrství v Brně, a bylo použito pro měření halogenových světlometů. Identifikační číslo vozidla je TMBHS61Z782181174, jehož datum výroby je rok 2008.

U tohoto vozidla jsou použity dvoukomorové světlomety s integrovaným dálkovým světlem a dálkovou regulací polohy světlometu. Bez omývacího zařízení světlometu. Rozptylu světla se dosahuje tvarem reflexních ploch komor, které jsou samostatné pro jednotlivá světla. Světlomet je jeden celek rozdělen do tří reflexních ploch: dálkové světlo; potkávací světlo; obrysové a směrové světlo.

Světelné zdroje:

Potkávací světla – použita přetlaková halogenová žárovka typu H7 – 12V, 55W.

Dálková světla – použita halogenová žárovka typu H1 – 12V, 55W.



Obr. č. 31 – Škoda Octavia Combi TDI – halogenové, dvoukomorové světlomety s integrovaným dálkovým světlem

Škoda Octavia Combi RS (xenonové světlomety)

Toto vozidlo bylo propůjčeno z prodejny Autonova Brno s.r.o., a bylo použito pro měření xenonových světlometů. Identifikační číslo vozidla je TMBUF61Z882169263, jehož datum výroby je rok 2008.

Jsou zde použity dvoukomorové světlomety s DE modulem a projekční optikou, s integrovaným dálkovým světlometem – XENON a dálkovou regulací polohy světlometu – dynamická, automatická (regulace při jízdě). S omývacím zařízením světlometu.

Světelné zdroje:

Potkávací světla – použita xenonová výbojka typu D1S – 12V, 35W, teplota 4 300 K.

Dálková světla – použita halogenová žárovka typu H1 – 12V, 55W.



Obr. č. 32 – Škoda Octavia Combi RS xenonové, dvoukomorové světlomety s DE modulem

7.2 POSTUP MĚŘENÍ

1. krok – Nastavení vozidel, příprava pravé krajnice parkoviště a měřeného úseku

Prvním krokem před zahájením měření bylo postavení vozidla před měřený úsek, který byl následně přichystán. Vozidlo bylo situováno tak, aby jeho hlavní světlomety osvětlovaly měřený úsek před vozidlem, bez jakýchkoliv překážek. Totéž bylo provedeno posléze i s druhým měřeným vozidlem.

Předpokladem mého měření, v případě měření dosvitu světlometů a jejich intenzity osvětlení, je provedení měření u pravé krajnice vozovky před měřeným vozidlem. Z důvodu, že mé měření probíhalo na rovné ploše neosvětleného parkoviště, vytvořila jsem si pomyslnou pravou krajnici parkoviště, dle které bylo toto měření realizováno.

V rozmezí celkové vzdálenosti měřeného úseku, což činí *100 m*, jsem si pomocí měřicího kolečka a spreje vytvořila pomocné značky v rozmezí po deseti metrech. Počínaje od *10 m* před vozidlem až po hranici dosvitu světlometů – tedy místo, kde intenzita osvětlení klesne na hodnotu *2 lx* ve vzdálenosti přibližně kolem *100 m*.

2. krok – Příprava měřicího přístroje luxmetru

Před zahájením měření bylo potřeba stanovit rozsah a postup měření. Čidlo přístroje jsem nechala přizpůsobit po dobu cca 5-ti minut hladině osvětlenosti, při které bylo měření prováděno, aby se stabilizovalo.

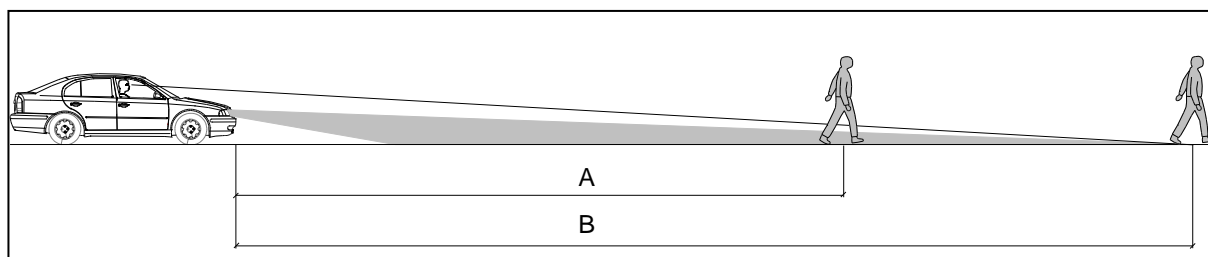
3. krok – Zjištění dosvitu halogenových a xenonových světlometů pro tlumená a dálková světla

Hodnotu *2 lx* (hodnota dosvitu světlometů) jsem ve vzdálenosti $\pm 100\text{ m}$ od vozidla (na poslední značce vytvořené sprejem *100 m* od vozidla) našla pomocí luxmetru, a to ve dvou výškách znázornění účinného osvětlení. První výška znázornění účinného osvětlení se týká roviny vozovky (v mém případě měřeno v oblasti špičky obuvi, čili cca *2 cm* nad rovinou vozovky), druhá výška znázornění účinného osvětlení se týká výškové hodnoty přibližné výšky kolene (cca *50 cm* nad rovinou vozovky). Podle vzdálenosti hladiny *2 lx* od měřeného úseku *100 m* před vozidlem, jsem si prostřednictvím měřicího kolečka odměřila místo dosvitu.

4. krok – Měření intenzity osvětlení halogenových a xenonových světlometů pro tlumená a dálková světla

Měření intenzity osvětlení jsem realizovala opět pomocí luxmetru, od vzdálenosti *100 m* před vozidlem, postupně po deseti metrech až po vzdálenost *10 m* před vozidlem, stále u pravé krajnice parkoviště, a to, opět pro obě místa znázornění účinného osvětlení (špička obuvi, koleno). Čidlo luxmetru s křemíkovou fotodiodou jsem při každém provedeném měření přikládala střídavě vždy ke špičce obuvi a ke kolenu, kdy jsem vždy chvíli setrvala, aby se naměřená hladina osvětlenosti ukazující se na displeji ustálila, a poté jsem naměřenou

hodnotu z displeje přístroje odečetla. Naměřené hodnoty intenzity osvětlení byly opět měřeny jednotlivě jak pro tlumená, tak pro dálková světla, u halogenových i xenonových světlometů.



Obr. č. 33 – Vzdálenost A: Znázornění účinného osvětlení oblasti před vozidlem pro rozpoznání překážky řidičem, Vzdálenost B: Znázornění účinně osvětlené vzdálenosti před vozidlem v rovině vozovky jako dosvit světlometů [12]

Vzdálenost A

Stanovení vhodné výškové hodnoty roviny – pro lepší orientaci jsem zvolila výšku kolene dospělého člověka, což je cca 50 cm nad rovinou vozovky. Použita mezní hodnota hranice dosvitu 2 lx.

Vzdálenost B

Jako dosvit světlometů na vozovku je bráno rozhraní osvětlené a neosvětlené části vozovky, kde vertikální intenzita osvětlení klesne na hodnotu 2 lx [4].

7.3 NAMĚŘENÉ HODNOTY

7.3.1 Dosvit světlometů

Tab. č. 6 – Porovnání naměřených dosvitů u jednotlivých typů světlometů – halogenové vs. xenonové světlometry pro tlumená a dálková světla

	TLUMENÁ SVĚTLA halogeny	TLUMENÁ SVĚTLA xenony	DÁLKOVÁ SVĚTLA halogeny	DÁLKOVÁ SVĚTLA xenony
cca 2 cm nad rovinou vozovky	117,20 m	96,00 m	132,70 m	129,90 m
cca 50 cm nad rovinou vozovky	99,80 m	99,60 m	137,90 m	145,00 m

U každého typu jsou uvedeny dvě hodnoty, a to pro úroveň roviny vozovky – výška špičky obuvi (cca 2 cm nad rovinou vozovky) a pro úroveň výšky kolene (cca 50 cm nad rovinou vozovky). Všechny tyto vzdálenosti dosvitů jsou naměřeny pro hodnotu intenzity osvětlení 2 lx.

Při měření *tlumených světél* u halogenových a xenonových světlometů při výšce měření cca 2 cm nad rovinou vozovky, byl naměřen dosvit halogenových světlometů 117,2 m, u xenonových světlometů činí dosvit 96 m. Z naměřených intenzit osvětlení na poslední měřené značce – 100 m před vozidlem (intenzity osvětlení viz kapitola 7.3.2, 7.3.3) lze usuzovat, že dosvit tlumených světél u halogenových i xenonových světlometů měřený ve výšce cca 2 cm nad rovinou vozovky, je úměrný právě této intenzitě, jestliže je brána v úvahu hranice dosvitu 2 lx.

Při provedení měření *tlumených světél* halogenových a xenonových světlometů na účinně osvětleném úseku cca 50 cm nad rovinou vozovky, byl naměřen dosvit halogenových světlometů 99,8 m, u xenonových světlometů 99,6 m. Ovšem při pozornější analýze naměřených dosvitů vůči naměřeným intenzitám osvětlení u xenonových světlometů v úrovni poslední měřené značky – čili 100 m před vozidlem, byla zjištěna chyba tohoto měření. Tato chyba měření spočívá ve skutečnosti, že na měřené značce 100 m před vozidlem byla naměřena intenzita osvětlení 2,12 lx, ovšem je zde stále brána skutečnost, že dosvit světlometů se nachází na hranici intenzity osvětlení 2 lx. Při rozboru naměřených intenzit osvětlení tlumených světél u xenonových světlometů ve výšce cca 50 cm nad rovinou vozovky si lze všimnout těchto hodnot: měřený úsek 80 m před vozidlem $E = 3,21$ lx, 90 m před vozidlem $E = 2,53$ lx a 100 m před vozidlem $E = 2,12$ lx. Z uvedeného vyplývá, že hodnota intenzity osvětlení 2 lx (hranice dosvitu) musí ležet až za poslední měřenou značkou 100 m před vozidlem. V tomto případě si tedy naměřené hodnoty protirečí. Není tedy možné, aby dosvit ležel v místě 99,6 m. Budu tedy brát v úvahu, že dosvit tlumených světél u xenonových světlometů cca 50 cm nad rovinou vozovky se nachází dále než poslední měřená značka 100 m. Z tohoto vyplývá, že v tomto případě mají větší dosvit jednoznačně světlometry xenonové, oproti halogenovým, zdá se však, že pouze o nepatrnou vzdálenost. Tato naměřená chyba nejspíše spočívá ve změně povětrnostních podmínek, vzniklé dobou uplynulou mezi měřeními dosvitu světlometů a následným měření jejich intenzity osvětlení.

Při provedení měření *dálkových světél* u halogenových a xenonových světlometů ve výšce cca 2 cm nad rovinou vozovky, byl naměřen dosvit halogenových světlometů 132,7 m,

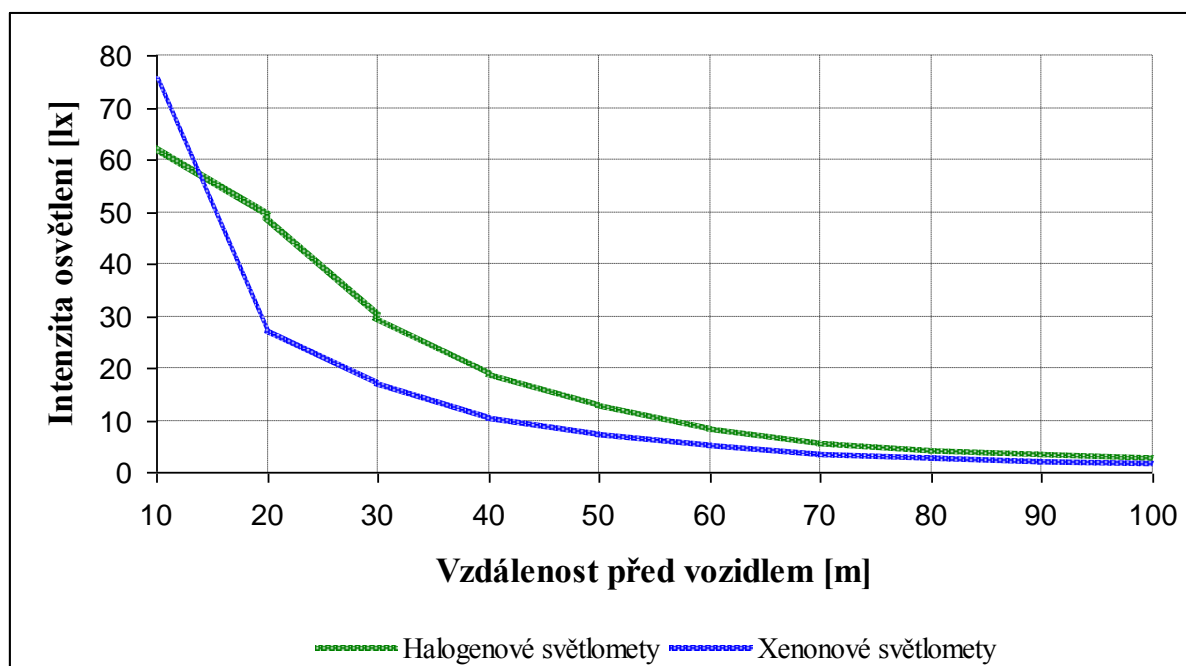
u xenonových světlometů 129,9 m. Z naměřených intenzit osvětlení na poslední měřené značce – 100 m před vozidlem lze tedy také usuzovat, že dosvit dálkových světel u halogenových i xenonových světlometů měřený ve výšce cca 2 cm nad rovinou vozovky, je úměrný právě této intenzitě, jestliže je brána v úvahu hranice dosvitu 2 lx, stejně jako v případě tlumených světel měřených ve výšce cca 2 cm nad rovinou vozovky.

Při provedení měření *dálkových světel* u halogenových a xenonových světlometů ve výšce cca 50 cm nad rovinou vozovky, byl naměřen dosvit halogenových světlometů 137,9 m, u xenonových světlometů 145 m. V tomto případě tedy dosvítí dále světlomety xenonové, stejně jako v případě naměřeného dosvitu halogenových a xenonových světlometů při tlumených světlech ve výšce cca 50 cm nad rovinou vozovky (uvažují zmíněnou chybu měření u tlumených světel).

7.3.2 Intenzita osvětlení tlumených světel

Tab. č. 7 – Intenzita osvětlení v úrovni roviny vozovky (cca 2 cm nad rovinou vozovky)

Měřená vzdálenost před vozidlem [m]	HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY [lx]	XENONOVÉ SVĚTLOMETY [lx]
10	62,30	75,10
20	49,20	27,40
30	30,00	17,33
40	18,96	10,52
50	12,87	7,47
60	8,52	5,16
70	5,66	3,65
80	4,35	2,84
90	3,45	2,24
100	2,72	1,90

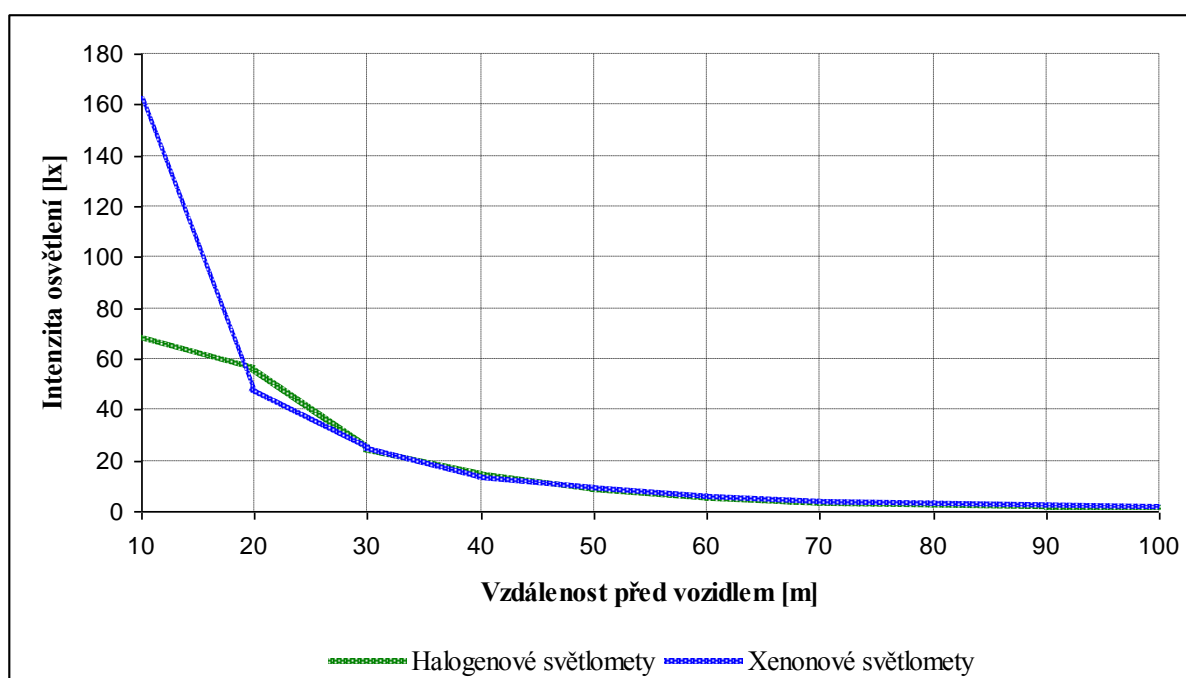


Obr. č. 34 – Porovnání intenzity osvětlení v úrovni roviny vozovky (cca 2 cm nad rovinou vozovky) u halogenových a xenonových světlometů pro tlumená světla

Intenzita osvětlení u halogenových světlometů je kromě vzdálenosti 10 m před vozidlem po celý zbytek měřeného úseku vyšší, než u světlometů xenonových. Právě na první značce – tedy 10 m před vozidlem, mají intenzitu osvětlení vyšší světlomety xenonové, kde $E = 75,1 \text{ lx}$, kdežto u halogenových světlometů činí ve vzdálenosti 10 m před vozidlem osvětlenost 62,3 lx. Od dalšího měřeného úseku – tedy 20 m před vozidlem již byla ovšem naměřena vyšší intenzita osvětlení u světlometů halogenových. Při pohledu na graf si lze všimnout, že vzdálenost, kde se intenzita osvětlení halogenových světlometů zvyšuje oproti intenzitě xenonových světlometů, je již před úsekem 20 m. Lze odečíst přibližnou vzdálenost 14 m před vozidlem. Tato vyšší intenzita osvětlení u halogenových světlometů pokračuje až po poslední měřenou značku, čili 100 m před vozidlem, kde u halogenových světlometů činí $E = 2,72 \text{ lx}$ a u xenonových světlometů $E = 1,9 \text{ lx}$.

Tab. č. 8 – Intenzita osvětlení v úrovni výšky kolene (cca 50 cm nad rovinou vozovky)

Měřená vzdálenost před vozidlem [m]	HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY [lx]	XENONOVÉ SVĚTLOMETY [lx]
10	69,20	161,40
20	56,70	48,70
30	24,70	25,50
40	14,96	13,96
50	8,55	9,73
60	5,71	6,35
70	3,60	4,16
80	3,01	3,21
90	2,36	2,53
100	1,97	2,12



Obr. č. 35 – Porovnání intenzity osvětlení v úrovni výšky kolene (cca 50 cm nad rovinou vozovky) u halogenových a xenonových světlometů pro tlumená světla

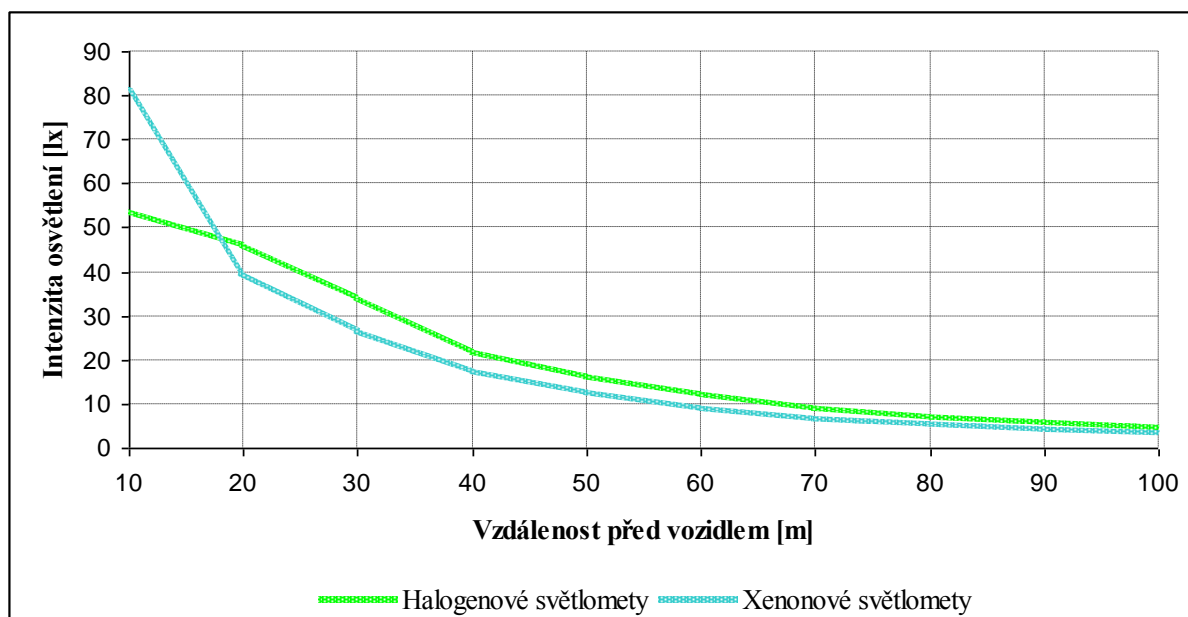
Naměřené intenzity osvětlení na jednotlivých měřených úsecích jsou taktéž zajímavé. Na první měřené značce 10 m před vozidlem, je intenzita osvětlení vyšší u xenonových světlometů. U xenonových světlometů $E = 161,4 \text{ lx}$, oproti halogenovým, kde $E = 69,2 \text{ lx}$, 10 m před vozidlem. U měřených úseků 20 m, 30 m a 40 m je pozoruhodné, že u těchto

vzdáleností se výše intenzity osvětlení u halogenových a xenonových světlometů střídají. Ve vzdálenosti 20 m před vozidlem je intenzita osvětlení u halogenových světlometů vyšší než u xenonových, ovšem na 30 m je opět intenzita osvětlení vyšší u xenonových světlometů oproti halogenovým. Totéž ve vzdálenosti 40 m před vozidlem je intenzita osvětlení u halogenových světlometů vyšší než u xenonových. Od měřeného úseku 50 m před vozidlem je intenzita osvětlení u xenonových světlometů vyšší než u halogenových, a to až po poslední měřený úsek 100 m před vozidlem, kde u halogenových světlometů činí $E = 1,97 \text{ lx}$ a u xenonových světlometů $E = 2,12 \text{ lx}$. Od měřeného úseku 30 m před vozidlem až po poslední měřený úsek 100 m před vozidlem stojí za povšimnutí fakt, že rozdíl hodnot intenzit osvětlení u jednotlivých světlometů na jednotlivých měřených úsecích je pouze nepatrný.

7.3.3 Intenzita osvětlení dálkových světel

Tab. č. 9 – Intenzita osvětlení v úrovni roviny vozovky (cca 2 cm nad rovinou vozovky)

Měřená vzdálenost před vozidlem [m]	HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY [lx]	XENONOVÉ SVĚTLOMETY [lx]
10	53,60	80,80
20	46,10	39,90
30	34,10	26,70
40	21,80	17,50
50	16,50	12,70
60	12,50	9,00
70	9,10	6,80
80	7,30	5,40
90	5,80	4,40
100	4,61	3,60

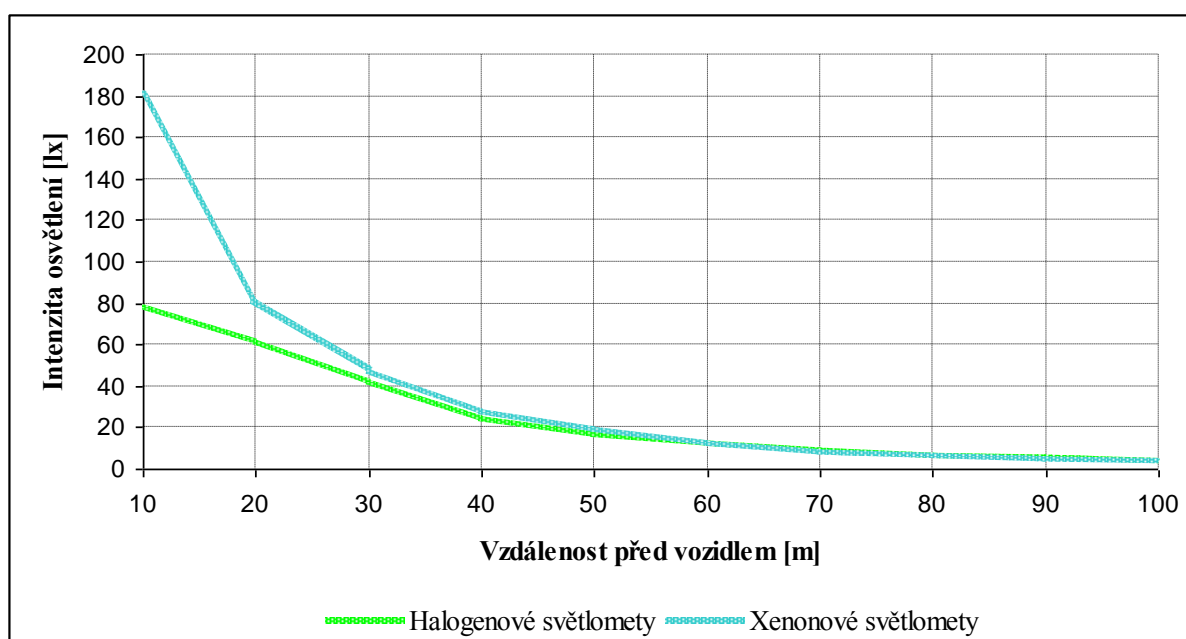


Obr. č. 36 – Porovnání intenzity osvětlení v úrovni roviny vozovky (cca 2 cm nad rovinou vozovky) u halogenových a xenonových světlometů pro dálková světla

Naměřená intenzita osvětlení na měřeném úseku 10 m před vozidlem, je vyšší opět u xenonových světlometů, kde $E = 80,8 \text{ lx}$, než u světlometů halogenových, kde intenzita osvětlení činí $E = 53,6 \text{ lx}$. Na dalších měřených úsecích, tedy od 20 m až po měřený úsek 100 m před vozidlem, je již naměřená intenzita osvětlení vyšší u světlometů halogenových oproti světlometům xenonovým. Lze si všimnout, že zde nastává stejný případ jako u naměřených intenzit osvětlení v případě tlumených světél měřených v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky – intenzita osvětlení na úseku 10 m před vozidlem je vyšší u xenonových světlometů, a na dalších měřených úsecích, tedy 20–100 m před vozidlem, je intenzita osvětlení vyšší u světlometů halogenových. Na úseku 100 m před vozidlem činí u halogenových světlometů $E = 4,61 \text{ lx}$, u xenonových světlometů $E = 3,6 \text{ lx}$.

Tab. č. 10 – Intenzita osvětlení v úrovni výšky kolene (cca 50 cm nad rovinou vozovky)

Měřená vzdálenost před vozidlem [m]	HALOGENOVÉ SVĚTLOMETRY [lx]	XENONOVÉ SVĚTLOMETRY [lx]
10	78,50	180,60
20	61,90	81,50
30	42,70	47,30
40	24,30	27,80
50	16,70	19,10
60	12,90	12,40
70	9,30	8,80
80	7,10	6,70
90	5,90	5,40
100	4,66	4,40



Obr. č. 37 – Porovnání intenzity osvětlení v úrovni výšky kolene (cca 50 cm nad rovinou vozovky) u halogenových a xenonových světlometů pro dálková světla

Naměřená intenzita osvětlení na měřeném úseku 10 m před vozidlem, je patrně vyšší u světlometů xenonových, kde $E = 180,6 \text{ lx}$, u halogenových světlometů $E = 78,5 \text{ lx}$. Tato vyšší intenzita osvětlení u xenonových světlometů pokračuje až k měřenému úseku 50 m před vozidlem, ovšem od měřeného úseku 60 m před vozidlem je již naměřená intenzita osvětlení

vyšší u světlometů halogenových. Tato vyšší intenzita u halogenových světlometů pokračuje až k poslednímu měřenému úseku *100 m* před vozidlem, ovšem zde lze konstatovat, že tato vyšší intenzita osvětlení u halogenových světlometů je opravdu pouze nepatrná oproti světlometům xenonovým.

7.4 VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Pro naměření dosvitu a intenzity osvětlení halogenových a xenonových světlometů byla použita dvě vozidla totožného výrobce, a to Škoda Octavia. U vozidla, na kterém byl měřen dosvit a intenzita osvětlení halogenových světlometů, byla použita u tlumeného světla 55W halogenová žárovka H7, u dálkového světla byla použita jako zdroj světla taktéž 55W halogenová žárovka H1. U vozidla s měřenými xenonovými světlomety byla u tlumeného světla použita 35W xenonová výbojka D1S, u dálkového světla taktéž jako u prvního vozidla, 55W halogenová žárovka H1.

Bylo provedeno měření dosvitů a následných intenzit osvětlení celkem v osmi možných situacích. Základním rozdělením mého měření je měření halogenových a xenonových světlometů. U každého z těchto světlometů (vozidel) bylo měření provedeno pro tlumená i dálková světla zvlášť. A pro každý případ měření u tlumeného či dálkového světla bylo měření realizováno ve dvou výškách účinného osvětlení, a to pro rovinu vozovky (měřeno v úrovni cca *2 cm* nad rovinou vozovky) a výšky kolene průměrně vzrostlého člověka (měřeno v úrovni cca *50 cm* nad rovinou vozovky). Při zpracování naměřených hodnot bylo pro mne důležité porovnání dosvitu i intenzity osvětlení u halogenových a xenonových světlometů právě pro každou již zmíněnou situaci zvlášť. Z tohoto porovnání mohu vyvodit několik skutečností.

- Co se týče dosvitu světlometů při jednotlivých měřených situacích, je jednoznačné, že u tlumených i dálkových funkcí světlometů měřených cca *2 cm* nad rovinou vozovky mají větší dosvit světlomety halogenové. Naopak je tomu v případě měření účinného osvětlení cca *50 cm* nad rovinou vozovky, v tomto případě mají při zapnutých tlumených i dálkových světlech větší dosvit světlomety xenonové (zde uvažuji chybu měření dosvitu u tlumených světél xenonových světlometů v úrovni cca *50 cm* nad rovinou vozovky).
- V každé měřené situaci, ať se jedná o účinné osvětlení cca *2 cm* nad rovinou vozovky nebo cca *50 cm* nad rovinou vozovky, vždy mají na první měřené značce – *10 m* před

vozidlem vyšší intenzitu osvětlení světlomety xenonové. Ty mají dokonce vždy na první měřené značce u účinného osvětlení cca 50 m nad rovinou vozovky intenzitu osvětlení více jak dvakrát vyšší než světlomety halogenové.

- Naměřená intenzita osvětlení při účinném osvětlení cca 2 m nad rovinou vozovky je od druhého měřeného úseku, čili od 20 m před vozidlem, po poslední měřený úsek 100 m před vozidlem u tlumených i dálkových světel vyšší u halogenových světlometů.
- Při všech měřených situacích jsou intenzity osvětlení na prvních dvou měřených úsecích, tedy na 10 m a 20 m před vozidlem nejvyšší a nejvíce rozdílné, mezi halogenovými a xenonovými světlomety. Od měřeného úseku 30 m před vozidlem je intenzita osvětlení poměrně nižší, a rozdíl mezi intenzitami osvětlení není na jednotlivých měřených úsecích mezi halogenovými a xenonovými světlomety již tak velký.

Možné chyby měření

- Jeden z možných zdrojů chyb při měření intenzity osvětlení je přímo měřicí přístroj luxmetr PU 550. Před započítím měření je totiž třeba fotodiodu nechat odkrytou na světelné soustavě po dobu 5–15 minut, ovšem u mého měření jsem fotodiodu nechala přizpůsobit na světle max. 5 minut. Je tedy možné, že se fotodioda absolutně nepřizpůsobila dané světelné soustavě.
- Stejně tak mohlo dojít k chybě měření přímo při čtení naměřených údajů z displeje. Je také možné že mnou došlo k zastínění fotočlánku při odečítání naměřených údajů.
- U měřených halogenových světlometů mohla být krycí skla u vozidla lehce znečištěna. V tomto případě by mohly být naměřené hodnoty jak jednotlivých dosvitů, tak intenzit osvětlení u halogenových světlometů zkreslené.
- Další možnou, a zároveň nejvíce pravděpodobnou chybou která mohla při měření nastat, se týká správného seřízení tlumených světel halogenových světlometů. Tyto, by totiž správně měly být seřizeny pomocí optického přístroje regloskopu těsně před započítím měření. Světlomety musí být seřizeny při pohotovostní hmotnosti vozidla včetně hmotností řidiče – 75 kg. Základní nastavení sklonu světel dle Předpisu ECE R48 je dáno –1,0 % až –1,5 %. U vozidel Škoda je dáno nastavení sklonu světel na –1,0 % [14]. Světla u vozidla s halogenovými světlomety byla totiž seřizována

přibližně dva týdny před měřením, a je tedy možné, že během uplynulé doby od seřizování světel po měření mohlo dojít k možnosti, že světla nebyla seřizována na 100% správný sklon. U vozidla s xenonovými světlomety tato chyba nastat nemohla, jelikož tyto světlomety mají automatickou regulaci sklonu světel (regulaci při jízdě). V tomto případě tedy mohla nastat chyba měření převážně v naměřených dosvitech u halogenových světlometů, taktéž ale u naměřených intenzit osvětlení.

- Poslední možností, která vedla k možným odchylkám, byla nestálost počasí v době realizace měření. Měření trvalo celkově cca 4 hodiny, a probíhalo v nočních hodinách. Během měření se počasí rychle měnilo, a pro mé měření nebylo zrovna přívětivé. Téměř po celou dobu měření mrholilo, kdy toto mrholení místy přecházelo v déšť a také v déšť se sněhem. V pozdějších hodinách byla místy mlha.

8 VYUŽITÍ VE ZNALECKÉ PRAXI

V poslední kapitole řeším problematiku využití izoluxových diagramů poskytnutých od výrobce světlometů, ve znalecké praxi. Základem této problematiky je porovnání izoluxových diagramů od výrobce, a mnou vytvořených diagramů, na nichž jsou zobrazeny naměřené hodnoty intenzit osvětlení a velikosti dosvitů jednotlivých světlometů. Jedná se o izoluxové diagramy pro tlumená světla halogenových a xenonových světlometů, a pro dálková světla, u nichž budu porovnávat pouze hodnoty u světlometů halogenových (vysvětlení viz kapitola 8.2). Tyto izoluxové diagramy mi byly poskytnuty společností Visteon-Autopal, s.r.o., sídlící v Novém Jičíně.

Na pravou míru bych zde uvedla co vlastně izoluxový diagram je. Jedná se o diagram, jehož výstupem je barevné rozložení světelného toku u různých druhů světlometů, jak do vzdálenosti před vozidlem, tak i vedle vozidla, čili do šířky od osy vozidla. Diagram je tedy sestaven ze dvou os. Na ose X je zobrazena vzdálenost měřeného úseku před vozidlem, na ose Y zobrazeno rozložení vyzařovaného světla světelným zdrojem do šíře vedle vozidla z pravé a levé strany od osy vozidla. Tyto vzdálenosti bývají uváděny v metrech. Jednotlivé barvy v diagramu zobrazují různé intenzity osvětlení od jasně růžové (nejvyšší intenzita osvětlení) po šedou (nejnižší intenzita osvětlení), které jsou uváděny v jednotkách luxech. Na některých izoluxových diagramech – těch, které nejsou ořezány na délku osy $X = 100\text{ m}$, lze také odečíst dosvity jednotlivých světelných zdrojů.

U každého z následujících izoluxových diagramů poskytnutých od výrobce, je jejich součástí také barevná škála intenzit osvětlenosti, čili zobrazení barev včetně velikosti jejich intenzity osvětlení u toho, kterého izoluxového diagramu. Podle těchto škál intenzit osvětlení jsem se řídila při sestavování diagramů mnou naměřených hodnot intenzit osvětlení a velikosti dosvitu jednotlivých světlometů, při účinném osvětlení ve výškách – cca 2 cm nad rovinou vozovky a cca 50 cm nad rovinou vozovky. Porovnání izoluxů od výrobce a mých spočívá v otázce, zda hodnoty mnou naměřených intenzit osvětlení a velikostí dosvitů, odpovídají hodnotám naměřeným výrobcí světlometů. Izoluxové diagramy se vytváří jako pohled na vozovce, porovnání se tedy týká hodnot naměřených cca 2 cm nad rovinou vozovky. Tyto hodnoty odpovídají hodnotám v izoluxových diagramech od výrobce.

Využitím izoluxových diagramů ve znalecké praxi je myšleno jejich využití při řešení dopravních nehod, a to při provádění vyšetřovacích pokusů. Většinou se dosvit světlometů

zjišťuje při dopravních nehodách střetu vozidla s chodcem či cyklistou. U takovýchto střetů je dosvit světlometů úzce spojen s pojmem dohlednost. Při provádění vyšetřovacího pokusu, který podrobněji popisují Bradáč, Krejčíř a Glier v [1], je rozhodující podmínkou, aby byl tento pokus úspěšný, zajištění objektivnosti hodnot, které jsou vyšetřovacím pokusem zjišťovány. Té lze dosáhnout maximálně možnou identičností podmínek vyšetřovacího pokusu s podmínkami, při kterých daná dopravní nehoda vznikla. Pokud nelze zajistit tuto maximální identičnost podmínek, existuje možnost zaměření se alespoň na získání limitních hodnot, a to ve smyslu nejméně a nejvíce příznivých hodnot. Při ověřování dohlednosti, čili možno také zároveň dosvitu světlometů, je nutné dodržet shodnost typů vozidel. Při vyšetřovacím pokusu je nutné dodržet také shodné nastavení reflektorů a jejich svítivost, jako tomu bylo při reálné dopravní nehodě. Pokud nelze dodržet podmínku identičnosti nastavení reflektorů, zjišťuje se dohlednost pro minimální a maximální dosvit, odpovídající nastavení reflektorů podle § 43, odst. 4 vyhlášky FMD č. 41/1984 Sb. Je také nutno přihlížet k eventuální závadě, která spočívá např. ve vadném příslušném vláknu jedné žárovky [1].

Cílem vyšetřovacího pokusu uváděném ve Znaleckém standardu č. II., je při zjišťování dohlednosti na pohybujícího se chodce zjistit, na jakou vzdálenost je možno tohoto chodce spatřit. Při pokusu se na okraji vozovky nebo krajnici po 10 m proti směru pohybu vozidla vyznačí stupnice do vzdálenosti 100 m – jestliže je pokus prováděn s potkávacími světly, 200 m pro pokus se světly dálkovými. Při spatření chodce řidič vozidlo zastaví a v tomto místě je také možno provést měření intenzity osvětlení – tedy v místě, kde se nachází figurant (jakožto zmíněný chodec), luxmetrem (povrch vozovky, osvětlení figuranta v různé výšce, hranice tmy). Tyto naměřené hodnoty intenzity osvětlení se zapíší do tabulky, kde se zapisuje výška nad vozovkou a počet luxů [1]. Stejně tak je tomu u mého praktického znázornění měření luxmetrem.

Naměřený dosvit světlometů při vyšetřovacím pokusu je porovnáván právě s izoluxovými diagramy – čili naměřenými dosvity pro daný typ vozidla a daný typ světel (tlumené, dálkové), od výrobce světlometů. Zajímá mě tedy otázka, zda-li mohu potvrdit hypotézu, že při těchto vyšetřovacích pokusech lze použít izoluxové diagramy od výrobce světlometů, znázorňující dosvit světlometů a jejich intenzity osvětlení v jednotlivých měřených úsecích. Pro potvrzení této hypotézy provádím právě toto porovnání mých diagramů – čili mých naměřených hodnot s izoluxovými diagramy od výrobce.

Nutno dodat, že zmíněný průběh vyšetřovacího pokusu při šetření dopravní nehody střetu vozidla s chodcem, cyklistou apod., se již v dnešní době provádějí pouze v omezené míře. Toto je způsobeno finanční a časovou náročností.

8.1 TLUMENÁ SVĚTLA

U tlumených světel pro úroveň cca 2 *cm* nad rovinou vozovky, a následně pro úroveň cca 50 *cm* nad rovinou vozovky, jsem si vytvořila tabulky zobrazující naměřené hodnoty pro tato světla po celý měřený úsek 100 *m*. Jsou zde uvedeny naměřené intenzity hodnot na jednotlivých měřených úsecích po 10 *m*. Podle izoluxového diagramu od výrobce, jsem si vytvořila diagram měnící taktéž, jak je tomu na diagramu od výrobce, postupně svou barevnou škálu od nejintenzivnějšího světla, až po nejméně intenzivní, tedy po hodnotu 2 *lx*, která je brána jako hranice dosvitu.

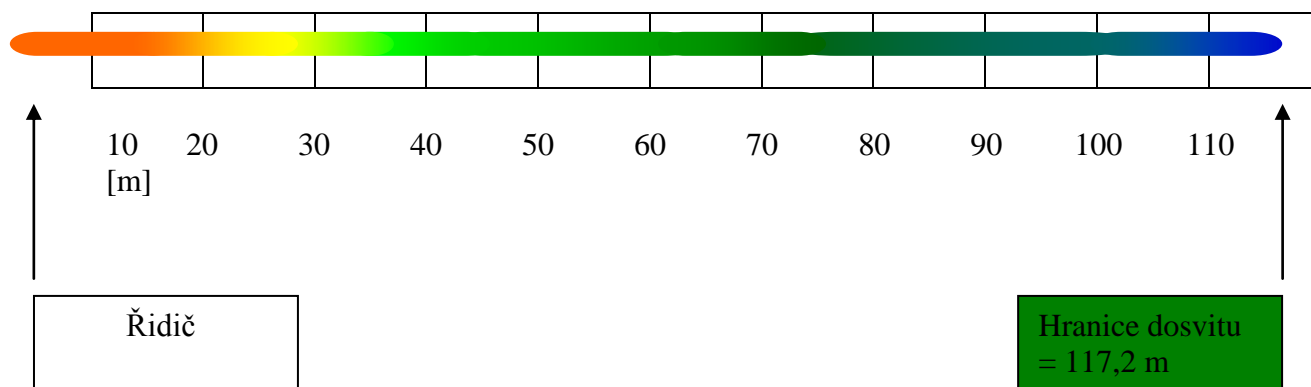
Na izoluxových diagramech od výrobce jsem si vyznačila černými přímkami pomocný rastr pro přehled vzdáleností. Musím podotknout důležitý fakt, že hlavní příмка vedoucí od 0 *m* před vozidlem do naměřených 100 *m* před vozidlem, je posunuta mírně vpravo, poněvadž mé měření bylo realizováno u pravé krajnice.

8.1.1 Halogenové světlomety

Tlumená světla halogenových světlometů vozidla Škoda Octavia, jsou tvořena reflektorovou optikou. Tok světla je tvořen od halogenové žárovky H7 přes odrazové plochy. Výsledný izoluxový diagram je tvořen jako součet obou reflektorů.

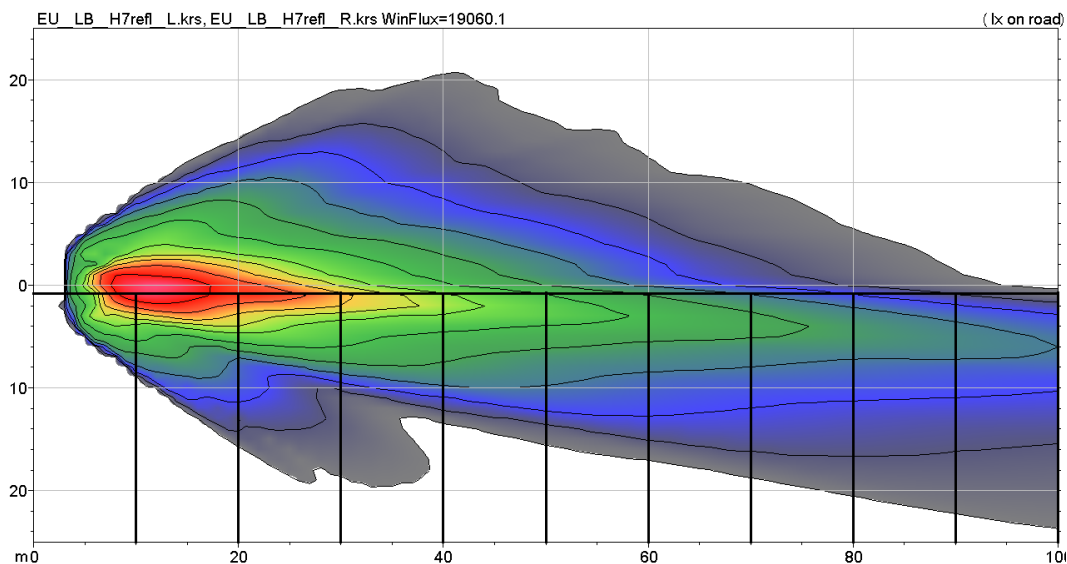
Tab. č. 11 – Intenzita osvětlení pro tlumená světla halogenových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	62,30	49,20	30,00	18,96	12,87	8,52	5,66	4,35	3,45	2,72



Obr. č. 38 – Rozložení naměřených intenzit osvětlení pro tlumená světla halogenových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

lx 0.2859 0.7147 1.429 2.859 5.717 11.43 22.87 32.88 45.74 64.32 91.48 128.6



Obr. č. 39 – Izoluxový diagram – rozložení světla na vozovce pro tlumená světla halogenových světlometů. Levý + pravý reflektor, halogenová žárovka H7 [15]

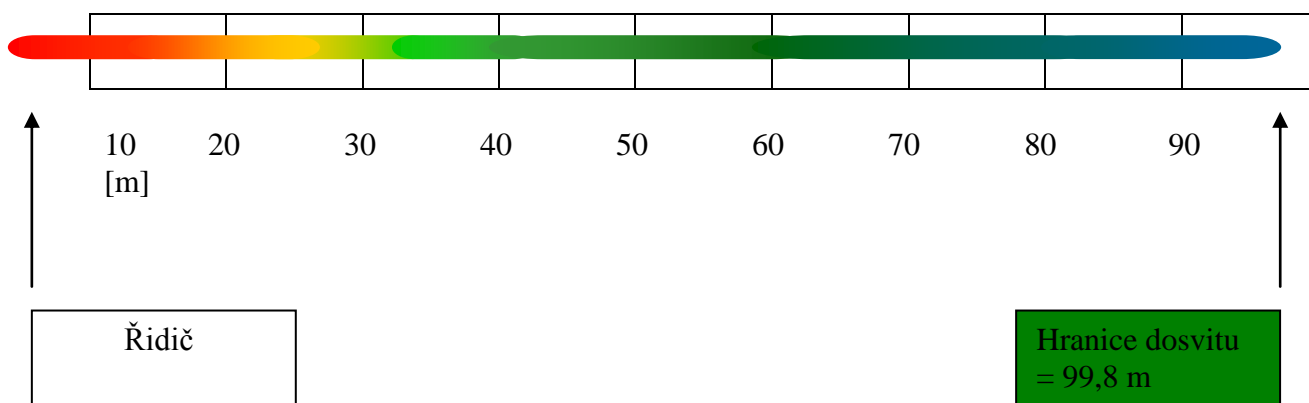
Porovnání výsledků:

Na prvním měřeném úseku 10 m před vozidlem se zdá být relativně odpovídající intenzita osvětlení, v tomto případě 62,3 lx. V mém případě se jedná o třetí barvu zleva ve škále od výrobce, tedy oranžová. Na druhém měřeném úseku 20 m před vozidlem bylo naměřeno 49,2 lx, což odpovídá v barevné škále přechodu z oranžové na žlutou. Na 30 m před vozidlem již intenzita osvětlení odpovídá přechodu žluté na světle zelenou barvu – v mém případě tedy naměřených 30 lx. Od úseku 40 m před vozidlem už se dostávám na zelené barvy, které se přecházejí od světle zelené po tmavě zelenou, a to v rozmezí od 40 m po 80 m před vozidlem. Poslední měřené úseky 80 m až posledních 100 m před vozidlem se již týkají nejnižším intenzitám osvětlení, u nichž těmto hodnotám odpovídají barvy od tmavě zelenomodré po modrou. Lze tedy konstatovat, že mnou naměřené hodnoty intenzit osvětlení relativně odpovídají naměřeným hodnotám od výrobce, v izoluxovém diagramu.

Pro porovnání zde uvádím ještě naměřené hodnoty intenzit osvětlení halogenových světlometů pro výšku cca 50 cm nad rovinou vozovky. Tyto budu již porovnávat pouze s mým diagramem účinného zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky.

Tab. č. 12 – Intenzita osvětlení pro tlumená světla halogenových světlometů v úrovni cca 50 cm nad rovinou vozovky

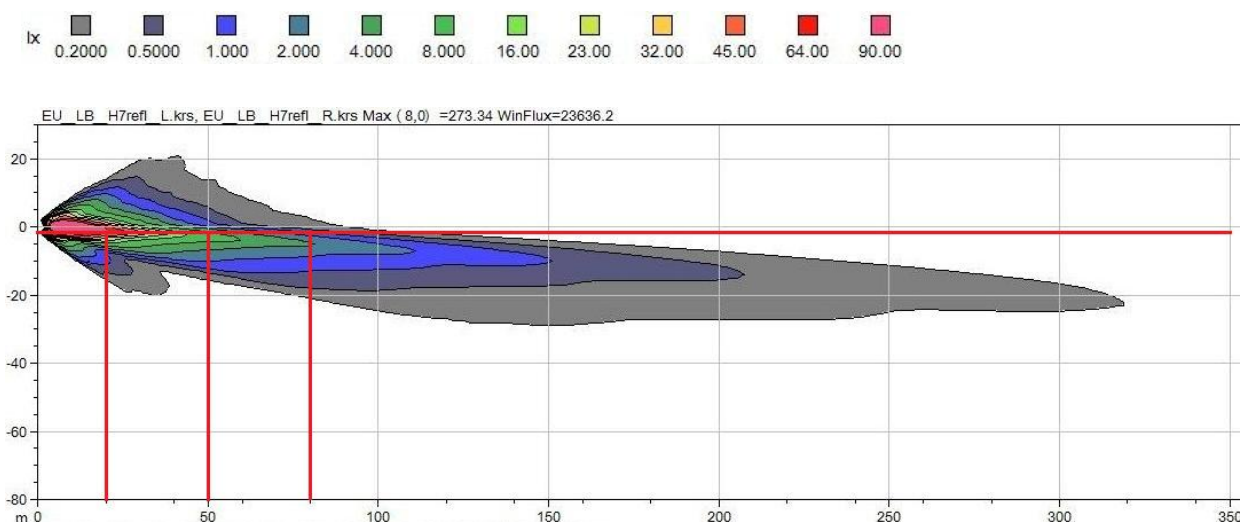
HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	69,20	56,70	24,70	14,96	8,55	5,71	3,60	3,01	2,36	1,97



Obr. č. 40 – Rozložení naměřených intenzit osvětlení pro tlumená světla halogenových světlometů v úrovni cca 50 cm nad rovinou vozovky

V účinném zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky si lze všimnout, že naměřené intenzity osvětlení se pohybují v nepatrně vyšším rozmezí na prvních dvou naměřených značkách – 10 m a 20 m před vozidlem, než u zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky. U dalších měřených značek, tedy u 30 m až po 100 m před vozidlem se již hodnoty intenzity osvětlení pohybují na nepatrně nižší úrovni. Tento fakt lze také rozpoznat na uvedeném diagramu, kdy na prvním měřeném úseku 10 m před vozidlem je intenzita osvětlení uvedena barvou červenou, kdy ke 20 m před vozidlem přechází v barvu oranžovou, a od 30 m před vozidlem již nastává okamžik pro barevné zobrazení světla zelené, postupně přecházející k tmavě zelené až k tmavě zelenomodré.

Při porovnání diagramů znázorňující osvětlení v úrovni cca 2 cm a 50 cm nad rovinou vozovky, si lze všimnout především rozdílných velikostí dosvitů. To je způsobeno nejspíše právě účinnými zobrazeními, tedy že cca 2 cm nad rovinou vozovky je vlastně měření prováděno téměř na úrovni vozovky, kdy tlumená světla dosvítí dále než u cca 50 cm nad rovinou vozovky – tedy půl metru nad vozovkou.



Obr. č. 41 – Izoluxový diagram – rozložení světla na vozovce pro tlumená světla halogenových světlometů včetně jejich dosvitu [15]

Na izoluxovém diagramu od výrobce, který není oříznutý jako případ (viz výše), kdy izolux zobrazoval měřený úsek pouze do vzdálenosti 100 m před vozidlem, lze vidět, jak velký je dosvit u tlumených světel halogenových světlometů na úrovni vozovky. Na tomto izoluxovém diagramu jsem si červenými přímkami vytvořila rastr, nyní pouze pro tři vybrané hodnoty, a to pro 20 m, 50 m a 80 m před vozidlem. Všechny tři srovnávací hodnoty

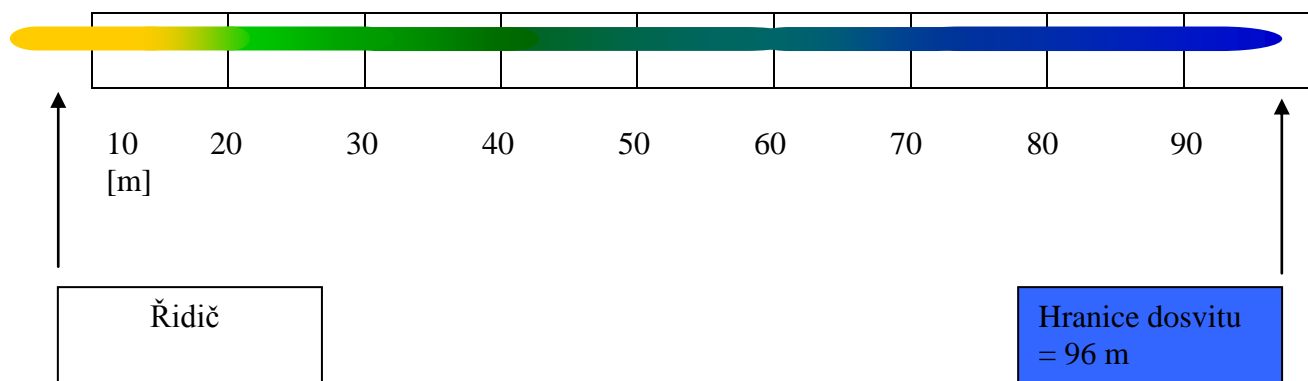
odpovídají mým naměřeným hodnotám. Vzhledem k dosvitu, je v mém případě v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky dosvit tlumených světel s hodnotou 2 lx u halogenových světlometů roven 117,2 m. Na tomto diagramu se hodnota 2 lx pohybuje na úrovni mého měření (červená přímka) v rozmezí kolem ± 80 m až 100 m. Lze tedy konstatovat, že mnou naměřený dosvit je větší než dosvit naměřený výrobcí světlometů. Tento rozdíl mohl být způsoben jednou z výše uvedených možných chyb měření, nebo může chyba spočívat např. v citlivosti fotonky mnou použitého luxmetru a luxmetru použitého výrobcem světlometů.

8.1.2 Xenonové světlomety

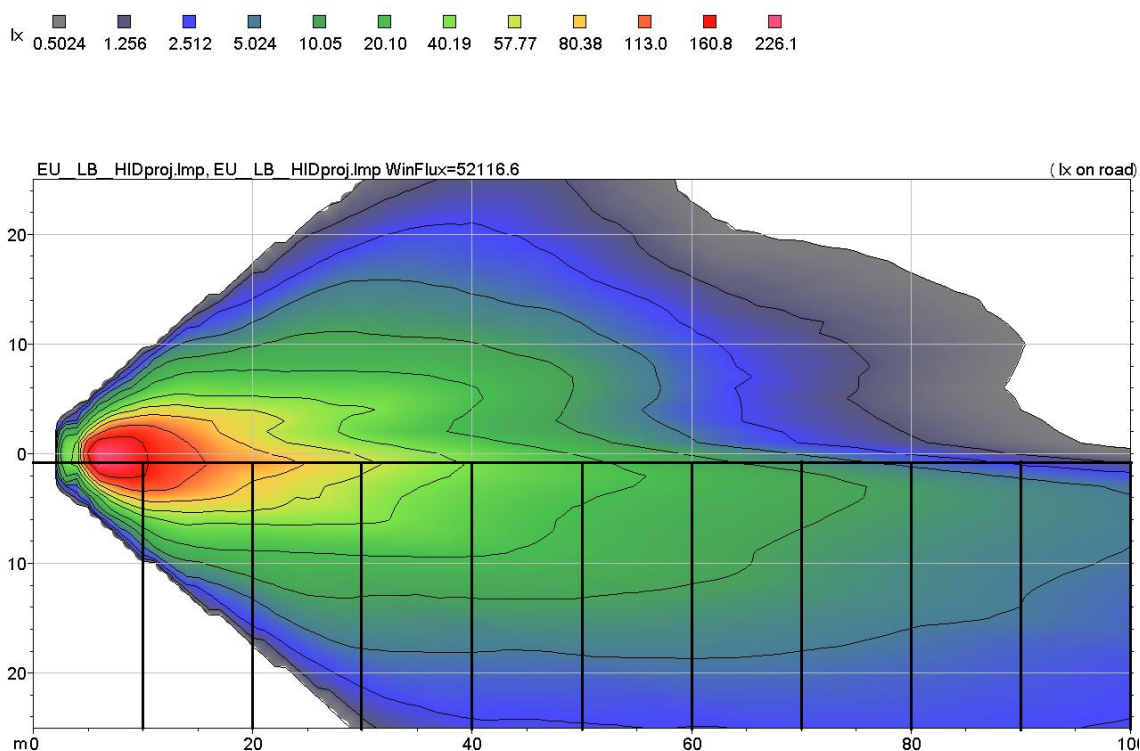
Tlumená světla xenonových světlometů vozidla Škoda Octavia, jsou tvořena projektorovou optikou. Tok světla je tvořen od xenonové výbojky. Světlo jde přes čočku, kdy je u těchto typů levá a pravá svítilna stejná. Tok světla je upraven clonou, která paprsek ořeže. Výsledný izoluxový diagram je zobrazen pro levou i pravou svítilnu dohromady.

Tab. č. 13 – Intenzita osvětlení pro tlumená světla xenonových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

XENONOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	75,10	27,40	17,33	10,52	7,47	5,16	3,65	2,84	2,24	1,90



Obr. č. 42 – Rozložení naměřených intenzit osvětlení pro tlumená světla xenonových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky



Obr. č. 43 – Izoluxový diagram – rozložení světla na vozovce pro tlumená světla xenonových světlometů. Xenonová výbojka [15]

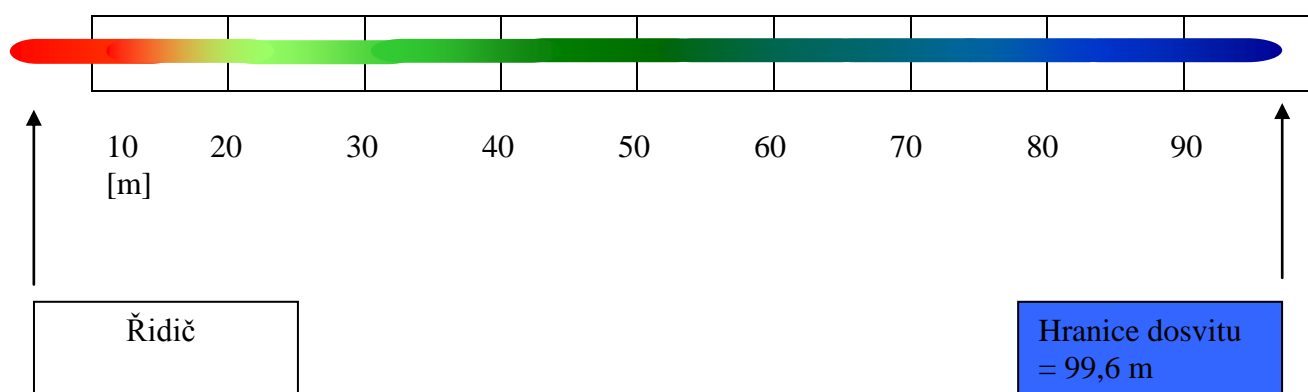
Porovnání výsledků:

Při porovnání mého diagramu s izoluxovým diagramem od výrobce si lze všimnout, že přechod barev zobrazující intenzitu osvětlení na mém diagramu není zcela totožný s přechodem barev na diagramu od výrobce. Na všech měřených úsecích, počínaje 10 m před vozidlem, a konče 100 m před vozidlem, jsou mé naměřené intenzity hodnot jakoby posunuty o 10 metrů dále, oproti izoluxu od výrobce. Na mém izoluxu je na první měřené značce 10 m před vozidlem intenzita osvětlení rovna 75,1 lx – zobrazena žlutou barvou, která je odpovídající barevnému zobrazení intenzity osvětlení na úseku 20 m před vozidlem na izoluxovém diagramu od výrobce. Na úseku 20 m před vozidlem je na mém diagramu intenzita osvětlení barevně zobrazena světle zeleně tak, jak je tomu na izoluxovém diagramu od výrobce na úseku 30 m před vozidlem. Toto barevné zobrazení intenzit osvětlení pokračuje s tímto cca desetimetrovým posunutím až po úsek 100 m před vozidlem. Jestliže je toto posunutí zanedbáno, lze konstatovat, že mé naměřené hodnoty intenzit osvětlení odpovídají výši a zobrazení barevné škály naměřených hodnot od výrobce.

Pro porovnání zde opět uvádím naměřené hodnoty intenzit osvětlení xenonových světlometů pro výšku cca 50 cm nad rovinou vozovky, které budu porovnávat pouze s mým diagramem účinného zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky.

Tab. č. 14 – Intenzita osvětlení pro tlumená světla xenonových světlometů v úrovni cca 50 cm nad rovinou vozovky

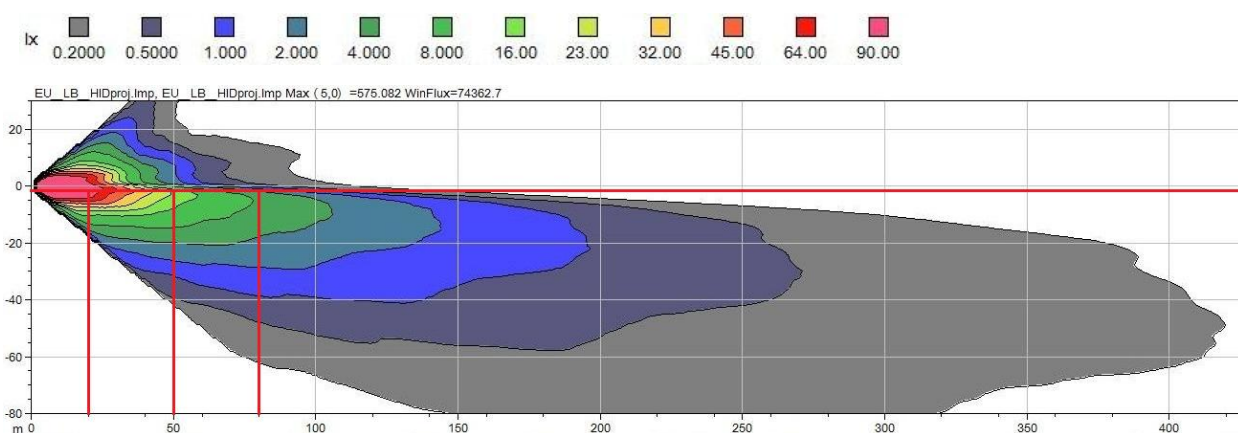
XENONOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	161,40	48,70	25,50	13,96	9,73	6,35	4,16	3,21	2,53	2,12



Obr. č. 44 – Rozložení naměřených intenzit osvětlení pro tlumená světla xenonových světlometů v úrovni cca 50 cm nad rovinou vozovky

V účinném zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky si lze všimnout, že naměřené intenzity osvětlení při tomto účinném zobrazení jsou na každém měřeném úseku vyšší než v účinném zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky. Tento rozdíl lze rozpoznat na uvedeném diagramu, kdy na prvním měřeném úseku 10 m před vozidlem je intenzita osvětlení uvedena červenou barvou, kdy ke 20 m před vozidlem přechází v barvu světle zelenou, která postupně tmavne až k úseku 50 m před vozidlem. Od měřeného úseku 60 m před vozidlem přechází barevné rozhraní od tmavě zelenomodré až k barvě modré – nacházející se na měřeném úseku 100 m před vozidlem. Rozdílné intenzity osvětlení mají opět dopad na velikost dosvitu. Zde však musím připomenout chybu vzniklou při měření, a to, že dosvit u zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky je naměřen špatně, jelikož tento dosvit se musí nacházet na úrovni hodnoty 2 lx, která se v tomto případě nachází až za posledním měřeným úsekem 100 m před vozidlem. S přihlédnutím k vzniklé chybě je dosvit tlumených světel u zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky větší než u zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky.

Při porovnání diagramů znázorňující osvětlení v úrovni cca 2 cm a 50 cm nad rovinou vozovky, si lze všimnout především rozdílných hodnot intenzit osvětlení. Při zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky je na každém měřeném úseku po 10 m intenzita osvětlení vyšší než u zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky. Tyto rozdílné hodnoty intenzit osvětlení způsobují také rozlišné zobrazení barevných přechodů na diagramech. Zajímavostí zde je, že při porovnání mého diagramu v zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky s izoluxovým diagramem od výrobce, mé naměřené hodnoty intenzity osvětlení včetně barevného zobrazení na diagramu naprosto souhlasí s naměřenými hodnotami včetně barevného zobrazení těchto intenzit s izoluxovým diagramem od výrobce. Je tedy zvláštní proč při účinném zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky mé intenzity osvětlení odpovídají intenzitám osvětlení od výrobce světlometů, když by tyto intenzity měly odpovídat právě u zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky. Tato zvláštnost mohla nastat např. z důvodu, že výrobce světlometů může používat lehce odlišnou metodiku měření, proto mohou být na malých vzdálenostech získány jiné hodnoty. Stejně tak mohly být tyto rozdílné hodnoty získány za jiných okolních podmínek, chybami rušení apod.



Obr. č. 45 – Izoluxový diagram – rozložení světla na vozovce pro tlumená světla xenonových světlometů včetně jejich dosvitu [15]

I na tomto neoříznutém izoluxovém diagramu jsem si červenými přímkami vytvořila rastr, opět pouze jen pro tři vybrané hodnoty, a to pro 20 m, 50 m a 80 m před vozidlem. Pro všechny tři uvedené úseky, mé naměřené hodnoty intenzit osvětlení neodpovídají intenzitám osvětlení zobrazené na izoluxovém diagramu od výrobce. Je to dáno již zmíněným desetimetrovým posunem, který je řešen u diagramu v účinném zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky. Tento rozdíl je možno vidět již na první pohled. Má hodnota intenzity

osvětlení v zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky je v měřeném úseku 20 m před vozidlem rovna 27,4 lx, což odpovídá barvě zelené. Zde je úsek 20 m před vozidlem zobrazen barvou růžovou. Na úseku 50 m před vozidlem je má intenzita osvětlení 7,47 lx, odpovídající barvě zelenomodré, zde je úsek 50 m před vozidlem zobrazen barvou zelenou. Poslední srovnávací úsek – 80 m před vozidlem je moje intenzita osvětlení rovna 2,84 lx, odpovídající barvě modré. Zde je úsek 80 m před vozidlem zobrazen barvou zelenomodrou. Stále je zde jasný desetimetrový posun hodnot intenzit osvětlení. Co se týče dosvitu tlumených světel u xenonových světlometů, je v mém případě v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky dosvit roven 96 m. Na tomto neoříznutém diagramu se hodnota dosvitu 2 lx pohybuje na úrovni mého měření (červená přímká) právě v rozmezí ±90 až 98 m. Lze tedy konstatovat, že mnou naměřený dosvit odpovídá dosvitu naměřenému výrobcí světlometů.

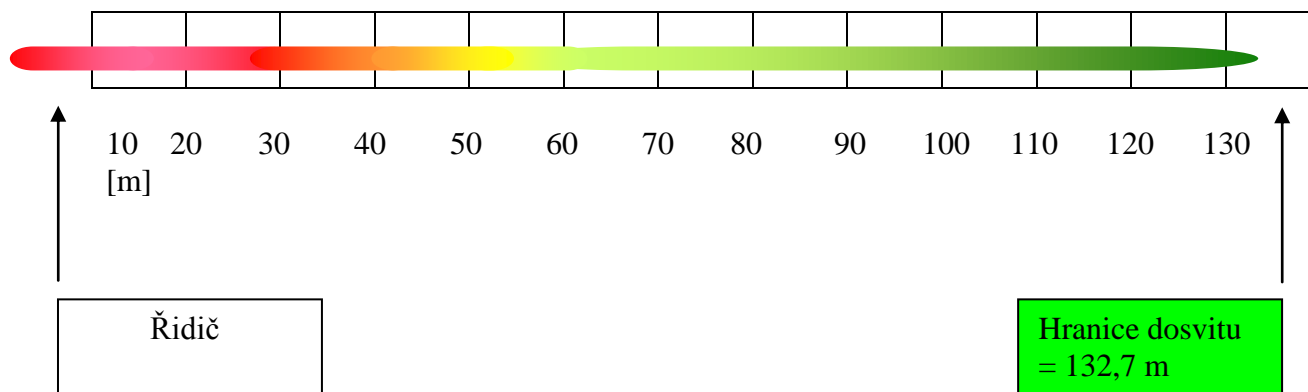
8.2 DÁLKOVÁ SVĚTLA

Co se týče světel dálkových, porovnávám zde izoluxový diagram od výrobce pouze s mými naměřenými hodnotami pro halogenové světlomety. Porovnání pouze halogenů provádím z důvodu, že dálková světla zobrazena na izoluxovém diagramu od výrobce, používají jako zdroj světla halogenové žárovky H1 + H7, odpovídající použitému zdroji světla u dálkových světel mých halogenových světlometů. Můj diagram naměřených hodnot dálkových světel u xenonových světlometů porovnávám pouze orientačně s mým diagramem dálkových světel halogenových světlometů, poněvadž je nemůžu porovnat s izoluxovým diagramem od výrobce, z důvodu uvedeného výše. Mnou měřené xenonové světlomety používají totiž jako zdroj světla pro dálková světla halogenovou žárovku typu H1 + xenonovou výbojku typu D1S, kdy pro tento zdroj záření u dálkových světel nemám k dispozici pro porovnání izoluxový diagram od výrobce.

Dálková světla halogenových světlometů jsou tvořena reflektorovou optikou. Tok světla je tvořen od halogenových žárovek H1 + H7, přes odrazové plochy. Výsledný izoluxový diagram je tvořen jako součet obou reflektorů.

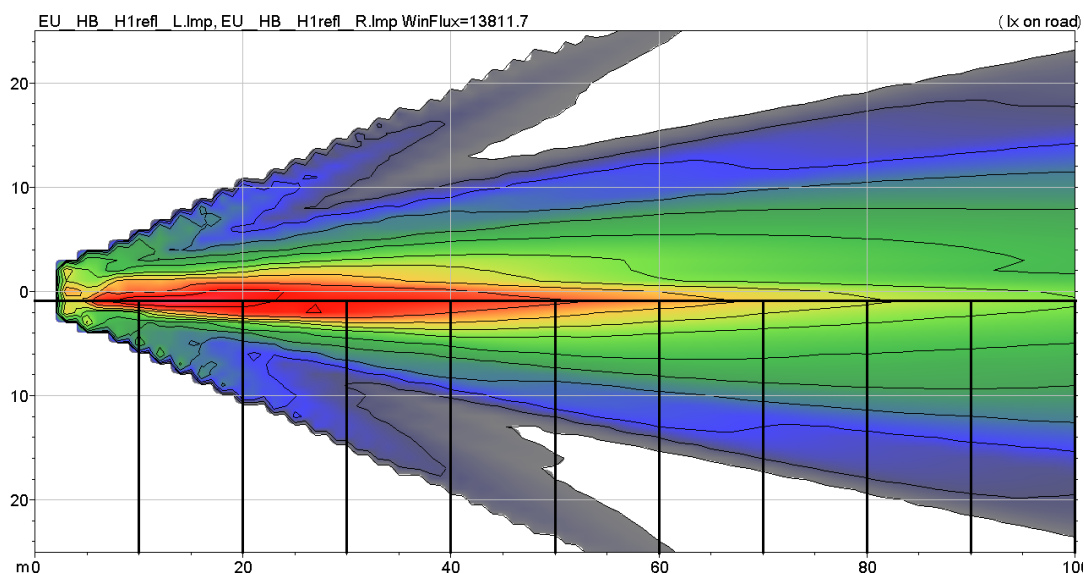
Tab. č. 15 – Intenzita osvětlení pro dálková světla halogenových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	53,60	46,10	34,10	21,80	16,50	12,50	9,10	7,30	5,80	4,61



Obr. č. 46 – Rozložení naměřených intenzit osvětlení pro dálková světla halogenových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

lx 0.1095 0.2737 0.5474 1.095 2.189 4.379 8.758 12.59 17.52 24.63 35.03 49.26



Obr. č. 47 – Izoluxový diagram – rozložení světla na vozovce pro dálková světla halogenových světlometů. Levý + pravý reflektor, halogenová žárovka H1+H7 [15]

Porovnání výsledků:

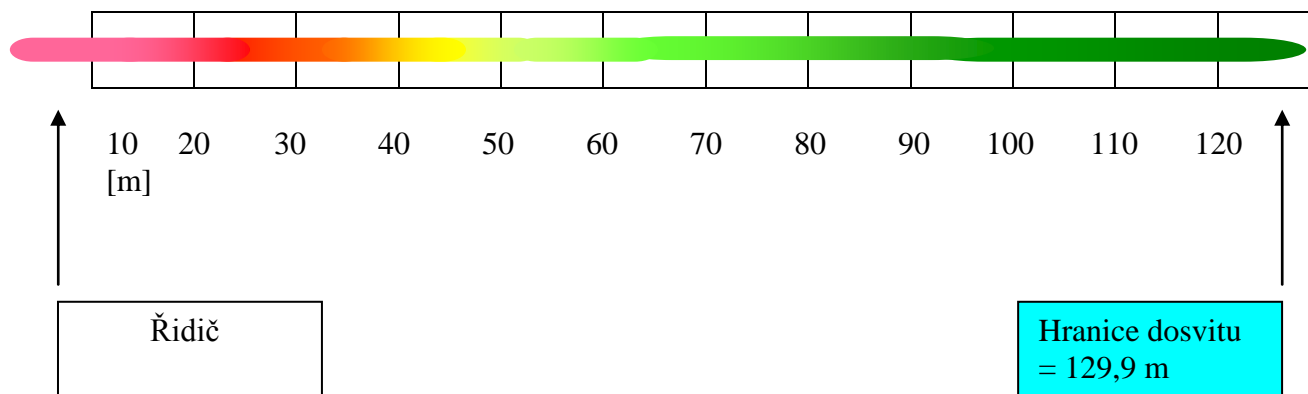
Při porovnání mého diagramu s izoluxovým diagramem od výrobce si lze všimnout, že přechod barev zobrazující intenzitu osvětlení na mém diagramu je téměř totožný s přechodem barev, čili s intenzitami osvětlení, na diagramu od výrobce. Na všech měřených úsecích, počínaje od 10 m před vozidlem po 100 m před vozidlem, odpovídá moje intenzita osvětlení včetně znázorněných barevných přechodů s intenzitou na izoluxovém diagramu od výrobce. Na prvním měřeném úseku 10 m před vozidlem jsem naměřila intenzitu osvětlení 53,6 lx, kdy této intenzitě odpovídá sytě růžová barva, která je taktéž zobrazena na izoluxu od výrobce. Na úseku 20 m před vozidlem odpovídá hodnota osvětlenosti opět růžové barvě a velikosti 46,1 lx, podobně jako u izoluxu od výrobce. Na dalších měřených úsecích se s rostoucí vzdáleností před vozidlem mění barevná škála naměřených intenzit od barvy červené, přecházející v oranžovou, následně žlutou přecházející ve světle zelenou, která se od úseku 60 m před vozidlem postupně lehce ztmavuje až po úsek 100 m před vozidlem, kdy je naměřená intenzita osvětelní rovna 4,61 lx, odpovídající stále barvě zelené.

Dosvit naměřený u těchto dálkových světel je vzdálen 132,7 m před vozidlem. Neoříznutý diagram, který jsem použila v případě tlumených světel pro porovnání dosvitu, nemám pro světla dálková k dispozici, tedy nemohu porovnat můj naměřený dosvit s dosvitem naměřeným výrobcem světlometů.

Zde jsou uvedeny naměřené hodnoty intenzit osvětlení dálkových světel u xenonových světlometů pro výšku cca 2 cm nad rovinou vozovky. Ty porovnávám s mým diagramem naměřených hodnot intenzit osvětlení a dosvitu dálkových světel u halogenových světlometů, při účinném zobrazení opět cca 2 cm nad rovinou vozovky.

Tab. č. 16 – Intenzita osvětlení pro dálková světla xenonových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

XENONOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	80,80	39,90	26,70	17,50	12,70	9,00	6,80	5,40	4,40	3,60



Obr. č. 48 – Rozložení naměřených intenzit osvětlení pro dálková světla xenonových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

Při porovnání mnou naměřených hodnot intenzit osvětlení a dosvitů, a s tím související barevné zobrazení hodnot mezi dálkovými světly halogenových a xenonových světlometů lze konstatovat, že na měřeném úseku 10 m před vozidlem je intenzita osvětlení u dálkových světel xenonových světlometů – 80,8 lx vyšší, než u halogenových světlometů – 53,6 lx. Od dalšího měřeného úseku – 20 m před vozidlem až po poslední měřený úsek 100 m před vozidlem, je intenzita osvětlení již vyšší u světlometů halogenových. Rozdíl intenzit osvětlení u halogenových a xenonových světlometů ovšem není nijak razantní. Lze tedy říci, že intenzity osvětlení včetně jejich barevného zobrazení u xenonových světlometů, jsou velmi podobné intenzitám osvětlení a jejich barevného zobrazení u halogenových světlometů.

8.3 VYHODNOCENÍ POROVNÁNÍ IZOLUXOVÝCH DIAGRAMŮ

Ve vyhodnocení porovnání diagramů mnou naměřených hodnot intenzit osvětlení a velikosti dosvitů, a izoluxových diagramů pořízených od výrobce světlometů (Visteon-Autopal), se zaměřením pouze na hodnoty měřené v účinném zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky, a to z důvodu, že izoluxové diagramy od výrobce jsou naměřeny v úrovni vozovky, tedy odpovídající právě mé úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky.

- Tlumená světla halogenových světlometů

Intenzita osvětlení: U těchto světel hodnoty intenzity osvětlení u mých diagramů **odpovídají** hodnotám izoluxových diagramů od výrobce.

Dosvit: U těchto světel naměřená velikost dosvitu u mých diagramů **neodpovídají** velikosti dosvitu izoluxového diagramu. Dosvit mých halogenových světlometů je roven $117,2\text{ m}$, na izoluxovém diagramu je velikost dosvitu v rozmezí $80\text{--}100\text{ m}$ před vozidlem. Zde může chyba rozdílných velikostí dosvitů spočívat např. v rozdílné citlivosti fotonky u luxmetru použitého v mém případě, a luxmetru použitého v případě měření výrobce světlometů, nebo z jakékoliv jiné chyby uvedené v kapitole 7.4 – Možné chyby měření.

- Tlumená světla xenonových světlometů

Intenzita osvětlení: U těchto světel hodnoty intenzity osvětlení u mých diagramů **neodpovídají** hodnotám izoluxových diagramů od výrobce. Zde jsou mnou naměřené hodnoty intenzit osvětlení na diagramu posunuty cca o 10 m dále před vozidlem, než jak je tomu na izoluxových diagramech od výrobce. Pokud bych zanedbala toto posunutí, naměřené hodnoty by si odpovídaly. Zde mohla nastat opět jedna z možných chyb (viz kapitola 7.4).

Dosvit: U těchto světel naměřená velikost dosvitu u mých diagramů **odpovídají** velikosti dosvitu izoluxového diagramu. Dosvit mých xenonových světlometů je roven 96 m , na izoluxovém diagramu je velikost dosvitu v rozmezí $90\text{--}98\text{ m}$ před vozidlem.

- Dálková světla halogenových světlometů

Intenzita osvětlení: U těchto světel hodnoty intenzity osvětlení u mých diagramů **odpovídají** hodnotám izoluxových diagramů od výrobce.

Dosvit: U těchto světel **není k dispozici** neoříznutý diagram, na němž lze porovnat naměřené velikosti dosvitu. Dosvit u těchto světel je roven $132,7\text{ m}$ před vozidlem.

- Dálková světla halogenových světlometů vs. xenonových světlometů (cca 2 cm nad rovinou vozovky)

Intenzita osvětlení: U těchto světel porovnávám pouze pro zajímavost mé hodnoty intenzity osvětlení u halogenových světlometů s hodnotami xenových světlometů (poněvadž ke xenonovým světlometům nemám k dispozici příslušný izoluxový

diagram od výrobce). Hodnoty intenzit osvětlení xenonových světlometů jsou velmi podobné intenzitám osvětlení halogenových světlometů. Pouze na měřeném úseku 10 m před vozidlem mají intenzitu osvětlení vyšší xenonové světlometry, od 20 m po 100 m před vozidlem mají intenzitu osvětlení vyšší halogenové světlometry, ovšem pouze o zanedbatelný rozdíl.

Dosvit: Dosvit halogenových světlometů je roven 132,7 m před vozidlem, a je tedy o 2,8 m větší, než dosvit xenonových světlometů, jenž je roven 129,9 m.

Z tohoto vyhodnocení porovnání vyplývá, že hodnoty intenzity osvětlení ze všech tří porovnávaných případů, odpovídají dva případy. Z naměřených velikostí dosvitů odpovídá jeden ze dvou porovnávaných případů.

Nejvíce pozoruhodné při porovnávání jsou rozdílné velikosti dosvitů mezi halogenovými a xenonovými světlometry. Při účinném zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky mají větší dosvit u tlumených i u dálkových světel halogenové světlometry. Při účinném zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky mají v obou případech – u tlumených i u dálkových světel větší dosvit xenonové světlometry. Při pohledu na fotografie (viz příloha C), na nichž jsou zobrazeny dosvity tlumených/dálkových světel u halogenových a xenonových světlometů, na nás při vizuálním porovnání působí větší dosvit u xenonových světlometů v případě tlumených i dálkových funkcí světel. Taktéž lze říci, že intenzita osvětlení je vyšší u světel xenonových, ovšem není tomu tak v každé ze zmiňovaných situací. Lze tedy říci, že xenonové světlometry na fotografiích opravdu působí tak, že svítí lépe a dále. Toto posouzení je však pouze subjektivní. Podobný případ nastal při měření provedeném Ústavem soudního inženýrství v Brně, kdy výsledky těchto měření byly vydány v článku [10] „Porovnání odlišností při rozpoznání objektů řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu“, kdy se tento článek zabývá problematikou stanovení vzdálenosti, na kterou může řidič za snížené viditelnosti poprvé rozpoznat chodce na vozovce, jak uvádí abstrakt tohoto článku. Znalci mohou vzdálenost, potřebnou na rozpoznání chodce, měřit jen ze stojícího nebo pomalu jedoucího vozidla. Jelikož metoda, která by za jízdy umožňovala měřit vzdálenost mezi objektem na vozovce a vozidlem v okamžiku, kdy řidič objekt rozpozná neexistuje, autoři článku v této práci využili měření změny úhlu pohledu řidiče, pro určení okamžiku rozpoznání objektu. Na toto měření bylo použito speciálního zařízení View Point System. V práci jsou následně porovnány pro různé

jízdní situace výsledky naměřených dohledností na chodce, ze stojícího a jedoucího vozidla [10]. Neměřil se zde tedy přímo dosvit světlometů jako v mém případě. Při tomto měření bylo provedeno dynamické i statické měření. U dynamického měření byly provedeny jízdní zkoušky v reálném silničním provozu s vozidly, které se pohybovaly obvyklou rychlostí, kdy se zjišťovala vzdálenost potřebná na rozpoznání chodce řidičem. Tato vzdálenost byla zjišťována na základě optické reakce řidiče (změna úhlu jeho pohledu při spatření chodce) na chodce, a rychlosti vozidla v úseku, jenž byl posuzován. Při statickém měření (forma standardních vyšetřovacích pokusů) bylo vozidlo jedoucí malou rychlostí zastaveno v místě, které dle názoru testovaných osob umožňovalo poprvé rozpoznat chodce na vozovce. Vzdálenost mezi chodcem a vozidlem byla následně měřena pomocí metod pro měření vzdálenosti, a zároveň byly měřeny i určité světelné veličiny. Takové měření bylo provedeno pro světla tlumená i dálková [10]. Na výsledných grafech měření uvedených v tomto článku, si lze vyvodit výsledek měřených vzdáleností, na kterých na figuranty reagovali řidiči. V převládací většině naměřených hodnot těchto vzdáleností, měly větší dosvit světlometry halogenové oproti světlometům xenonovým.

Otázka využití izoluxových diagramů od výrobce ve znalecké praxi, závisí na velikosti možných odchylek mnou naměřených hodnot, právě oproti hodnotám znázorněných na izoluxových diagramech od výrobce. Odchytky mnou naměřených hodnot dosvitů i intenzit osvětlení, nejsou oproti hodnotám u izoluxových diagramů natolik velké, aby tyto diagramy nemohly být použity ve znalecké praxi, ovšem s přihlédnutím k vzniklým chybám uvedeným v kapitole 7.4.

9 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce s názvem Možnosti osvětlení vozidel pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu, bylo zpracování možností osvětlovacích technik, na dnešním trhu vídaných. Jaký mají tyto techniky vliv na bezpečnost v silničním provozu. Následně bylo cílem práce provést měření dosvitů, včetně naměření intenzit osvětlení u halogenových a xenonových světlometů, a provést porovnání naměřených hodnot u jednotlivých světlometů s tlumenou/dálkovou funkcí světel.

Na úplném začátku práce se zabírám historií vývoje osvětlení vozidel, do jakého století spadají počátky osvětlovacích technik vozidel, apod. Dále se zaměřuji na pojem světlo, a vše s tímto pojmem spojené, jelikož právě světlo je vyzařováno světlometry vozidel. Od pojmu světlo a základních fyzikálních veličin osvětlovacích technik, jejichž měření bývá využíváno při vyšetřovacích pokusech, se postupně dostávám k hlavnímu cíli práce – popis jednotlivých druhů světlometů, svítilen, a existujících zdrojů světla – počínaje konvenčními žárovkami, přes žárovky halogenové, xenonové výbojky, až k diodám LED. Pro zvýšení bezpečnosti silničního provozu uvádím především moderní osvětlovací techniky, mezi něž se řadí adaptivní světlometry natáčející se podle úhlu volantu, dynamičnosti jízdy nebo za špatného počasí, systémy pro noční vidění, a další inovativní zdroje osvětlení. Co se týče otázky bezpečnosti jízdy vozidel, a vůbec bezpečnosti veškerého provozu na pozemních komunikacích, jsou právě nejnovější techniky osvětlení na prvním místě, poněvadž zpříjemňují jízdu řidiči lepším rozhledem a viděním do míst, která by v jiných případech nebyla světlometry osvětlena. Převážně tedy dochází ke zvýšení bezpečnosti provozu v nočních hodinách, či za snížené viditelnosti.

Po důkladném rozboru nejen moderních osvětlovacích technik, bylo cílem práce naměření dosvitu, a následně intenzity osvětlení u halogenových a xenonových světlometů. Měření se týkalo obou možných funkcí světlometu – tedy tlumených i dálkových světel, pro každý druh světlometu zvlášť. Podmínkou měření bylo naměřit tyto hodnoty na vozidlech totožného výrobce, za snížené viditelnosti, a pro dvě účinná zobrazení – v úrovni vozovky (měřeno cca 2 cm nad rovinou vozovky) a v úrovni kolene průměrně vzrostlého člověka (měřeno cca 50 cm nad rovinou vozovky). Měření bylo provedeno měřicím přístrojem luxmetrem. Naměřené velikosti jednotlivých dosvitů a hodnot intenzit osvětlení jsem následně zaznačila pomocí barevné škály znázorňující intenzity osvětlení dle izoluxových diagramů od výrobce světlometů (Visteon-Autopal), do mého diagramu. U takto vytvořených

diagramů jsem provedla porovnání s izoluxovými diagramy od výrobce, abych zjistila, zda-li je možno izoluxové diagramy od výrobců světlometů využít ve znalecké praxi, zejména při provádění vyšetřovacích pokusů. Mé naměřené hodnoty se v některých situacích lehce lišily od hodnot naměřených výrobcem, konkrétně dosvit tlumených světel u halogenových světlometů jsem naměřila větší než výrobce světlometů, a hodnoty intenzit osvětlení u tlumených světel xenonových světlometů byly oproti hodnotám od výrobce posunuty o cca 10 m dále před vozidlem. Tyto nepatrné odlišnosti byly nejspíše způsobeny některými z možných chyb měření, zejména se mohlo jednat o nestálost počasí v době měření, citlivost mnou použité fotonky a fotonky použité výrobcem světlometů, nebo seřízením halogenových světlometů.

Závěrem bych uvedla, že izoluxové diagramy je možno pro potřeby soudních znaleců využít, ovšem je stále třeba přihlížet na možné vzniklé chyby měření. Tyto hodnoty lze ovšem také využít pro zvyšování bezpečnosti silničního provozu, totiž, že účinně osvětlená plocha před vozidlem je jeden ze základních bezpečnostních prvků v dopravě.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BRADÁČ, A.; KREJČÍŘ, P.; GLIER, L.: *Znalecký standard č. II: Vybrané metody zajišťování podkladů pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod*. Brno: Nakladatelství VUT, 1990. 110 s.
- [2] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER J.: *Fyzika*. Vysoké učení technické v Brně: Nakladatelství Vutium, Nakladatelství Prometheus, 1 193 s. ISBN 80-214-1868-0.
- [3] JAN, Z.; ŽDÁNSKÝ, B.; KUBÁT, J.: *Automobily: Elektrotechnika motorových vozidel II*. 6. díl. 1. vyd. Brno: AVID, spol. s.r.o., 2008. 211 s. ISBN 978-80-87143-07-0.
- [4] KROPÁČ, F.: *Problematika znaleckého posuzování střetu vozidla s chodcem za snížené viditelnosti*. Brno, 2002. 106 s. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství.
- [5] MARTÍNEK, M.: *Osvětlovací technika moderních vozidel a měření dohlednosti na dosvit hlavních světlometů*. Brno, 2011. 127 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně Ústav soudního inženýrství.
- [6] ŠTĚRBA, P.: *Elektrotechnika motorových vozidel*. 1. vyd. Brno: Computer Press, a.s. Brno, 2008. ISBN 978-80-251-2114-6.
- [7] ŠTĚRBA, P.: *Elektrotechnika a elektronika automobilů, Elektrická zařízení, diagnostika a odstraňování závad*. 1. vyd. Praha: Computer Press, a.s., 2004. 182 s. ISBN 80-251-0211-4.
- [8] VLK, F.: *Automobilová elektronika 2, Systémy řízení podvozku a komfortní systémy*. 1. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2006. ISBN 80-239-7062-3.
- [9] VLK, F.: *Lexikon moderní automobilové techniky*. 1. vyd. Brno: Prof. Ing. František Vlk, DrSc., 2005, ISBN: 80-239-5416-4.
- [10] KLEDUS, R.; BRADÁČ, A.; SEMELA M.: *Porovnání odlišností při rozpoznání objektů řidičem ze stojícího a z jedoucího vozidla na základě jízdních zkoušek v reálném silničním provozu*. XIX. výroční konference EVU. Praha, 2010. ISBN 978-80-7399-128-9.

- [11] PODEŠVA, L.: 4. *Analýza silničních nehod, Měření fyzikálních vlastností světlometů v aplikaci na soudně-inženýrskou analýzu dopravních nehod*. 2011. 5 s. Konference JuFoS 2011.
- [12] XX. Mezinárodní vědecká konference soudního inženýrství 21. – 22. 1. 2011 v Brně
- [13] KOTINGOVÁ, L.: *Záření: Ionizující záření. Neionizující záření (UV, viditelné světlo, IR, lasery)*. Ústav hygieny a preventivního lékařství [Prezentace aplikace Microsoft Power Point]. 58 s. [cit. 18. 3. 2012].
- [14] ŠKODA AUTO a.s.: *Vývoj a konstrukce světlometů* [Prezentace aplikace Microsoft Power Point]. 2007 [cit. 18. 3. 2012].
- [15] VISTEON-AUTOPAL, s.r.o.: *Škoda SK351 A5* [Prezentace aplikace Microsoft Power Point]. [cit. 14. 5. 2012].
- [16] Zákon č. 361/2000 Sb., o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů
- [17] Auto Components International [online]. 2012 [cit. 18. 3. 2012]. Světlo bi-xenon D2S+H7. Dostupné z WWW: <http://www.aci.cz/0655982h-12-04-pr-svetlo-bi-xenon-d2s-h7-bez-roznetky-vybojky-a-zarovek-s-motorkem-aut-ovladane-hella-prvovyroba-p_d31003.html>.
- [18] Auto Topra, Car security [online]. 2012 [cit. 18. 3. 2012]. Světla pro denní svícení. Dostupné z WWW: <<http://www.topra.cz/svetla/svetla-pro-denni-sviceni>>.
- [19] Autoalarmy.cz [online]. [cit. 18. 3. 2012]. Správně osvětlený automobil. Dostupné z WWW: <<http://www.autoalarmy.cz/clanky/spravne-osvetleny-automobil.html>>.
- [20] Autoforum.cz [online]. 2010 [cit. 18. 3. 2012]. VW Golf VI nově s LED i pro přední světla. Dostupné z WWW: <<http://www.autoforum.cz/bleskovky/vw-golf-vi-nove-s-led-i-pro-predni-svetla/>>.
- [21] Autolexicon.net [online]. 2011 [cit. 18. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://cs.autolexicon.net>>.
- [22] Encyklopedie fyziky [online]. 2006 [cit. 18. 3. 2012]. Fotometrické veličiny. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/535-fotometricke-veliciny>>.

- [23] Eximus CS s.r.o. [online]. [cit. 3. 4. 2012]. Luxmetr PU 550. Dostupné z WWW: <http://www.eximus.cz/PDF_katalogy/31_revizni_pristroje_eximus_pu550_ve310.pdf>.
- [24] FCC Public [online]. 2012 [cit. 18. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.odbornecasopisy.cz>>.
- [25] Fotografovani.cz [online]. 2003 [cit. 18. 3. 2012]. Vše o světle. Dostupné z WWW: <http://www.fotografovani.cz/art/hp_foto/rom_1_01_cojetosvetlo.html>.
- [26] Fotometrie [online]. [cit. 18. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_304.pdf>.
- [27] Fyzmatik. píše [online]. 2009 [cit. 18. 3. 2012]. Jednotka svítivosti – kandela. Dostupné z WWW: <<http://fyzmatik.pise.cz/5339-jednotka-svitivosti-kandela.html>>.
- [28] Loganland [online]. [cit. 18. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://www.loganland.cz>>.
- [29] Mapy Google [online]. 2012 [cit. 3.5.2012]. Parkoviště u Rokle, Brněnská přehrada. Dostupné z WWW: <<http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>>.
- [30] Osvětlení [online]. [cit. 18. 3. 2012]. Dostupné z WWW: <<http://lazo.czechian.net/elektrika/osvetleni.htm>>.
- [31] Osvětlení [online]. [cit. 18. 3. 2012]. Peugeot. Dostupné z WWW: <<http://www.peugeot.cz/rady-osvetleni-vse-co-byste-meli-znat/>>.
- [32] Právní rádce [online]. [cit. 18. 3. 2012]. Inteligentní dopravní systémy ve službách bezpečnosti. Dostupné z WWW: <<http://pravniradce.ihned.cz/c1-52129950>>.
- [33] Ridelust [online]. 2011 [cit. 18. 3. 2012]. Illuminating, A brief history of the headlight. Dostupné z WWW: <<http://www.ridelust.com/illuminating-a-brief-history-of-the-headlight/>>.
- [34] Svitime.eu [online]. 2008 [cit. 18. 3. 2012]. Xenonová výbojka D2S. Dostupné z WWW: <<http://www.svitime.eu/cs/shop/detail/50-xenony/230-tungsram-xenonova-vybojka-d2s-35w-p32d-2>>.
- [35] TÜV SÜD [online]. 2010 [cit. 18. 3. 2012]. Předpisy. Dostupné z WWW: <<http://predpisy.tuv-sud.cz>>.

- [36] Výzkumný ústav bezpečnosti práce [online]. 2011 [cit. 18. 3. 2012]. Vývoj automobilových reflektorů a bezpečnost jízdy v noci. Dostupné z WWW: <<http://www.bozpinfo.cz/win/tisk.html?clanek=5459727>>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Zkratka/symbol	Popis zkratky/symbolu
AFL	Adaptive Forward Lighting, Adaptivní přední světla
AFS	Advanced Front Lighting Systém, Adaptivní systém předních světel
DE	Dreiaxse Elipsoid, Třiosý elipsoid
DMD	Digital Micromirror Device, Digitální mikrozrcadlové zařízení
DRL	Daylight running lamp, Denní svítilna
EHK	Evropská hospodářská komise
EHS	Evropské hospodářské společenství
EU	Evropská unie
FF	FreeFlat, Volná plocha
FIR	Far Infra-Red
FMD	Federální ministerstvo dopravy
HID	High-Intensity Discharge, Výboj s vysokou intenzitou
HUD	Head-Up Display
LED	Light-Emitting Diode, Světlo emitující dioda
Litronic	Light-Elektronics
NIR	Near Infra-Red
OSN	Organizace spojených národů
E	Intenzita osvětlení, jednotka lx (lux)
I	Svítivost, jednotka cd (kandela)
K	Kelvin, jednotka teploty chromatičnosti
K	Kontrast, jednotka % (procenta)

Zkratka/symbol	Popis zkratky/symbolu
K_{\min}	Prahový kontrast, jednotka % (procenta)
L	Jas, jednotka cd/m^2 (kandela na metr čtverečný)
L_a	Jas objektu, jednotka cd/m^2 (kandela na metr čtverečný)
L_b	Jas okolí objektu, jednotka cd/m^2 (kandela na metr čtverečný)
S	Plocha, jednotka m^2 (metr čtverečný)
c	Rychlost, jednotka m/s (metr za sekundu)
f	Frekvence, jednotka Hz (Hertz)
λ	Vlnová délka, jednotka nm (nanometr)
ϕ	Světelný tok, jednotka lm (lumen)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Legislativa

Příloha B – Světlomet – rozpadové schéma

Příloha C – Dosvit halogenových a xenonových světlometů

Příloha D – Porovnání změny intenzity osvětlení u tlumených a dálkových světel

Porovnání diagramů naměřených velikostí dosvitů a intenzit osvětlení dálkových světel halogenových a xenonových světlometů, v účinném zobrazení cca 2 cm a cca 50 cm nad rovinou vozovky

PŘÍLOHY DIPLOMOVÉ PRÁCE

Příloha A

Legislativa

Tabulka soupisu překladů technických předpisů EHS/ES (směrnic, rozhodnutí, nařízení) pro motorová vozidla [35]

Směrnice	Předmět
76/756	Osvětlení a světelná signalizace 4 a vícekolových vozidel
76/757	Odrazky
76/758	Obrysové a brzdové svítlny
76/759	Směrové svítlny
76/760	Osvětlení zadní registrační tabulky
76/761	Světlomety, žárovky, výbojky
76/762	Přední mlhové světlomety
77/538	Zadní mlhové svítlny
77/539	Zpětné světlomety
77/540	Parkovací svítlny

Tabulka dalších významných dokumentů týkající se osvětlení motorových vozidel [11]

Směrnice	Ze dne	Přizpůsobení	Předmět
89/517/EHS	1. srpna 1989	Směrnice Rady 76/761/EHS	Světlomety, které slouží jako dálkové, nebo potkávací světlomety, a žárovky pro tyto světlomety
89/518/EHS	1. srpna 1989	Směrnice Rady 77/583/EHS	Zadní mlhové svítlny motorových vozidel a jejich přípojných vozidel
97/32/ES	11. června 1997	Směrnice Rady 77/539/EHS	Zpětné světlomety motorových vozidel a jejich přípojných vozidel
1999/17/ES	18. března 1999	Směrnice Rady 76/761/EHS	Světlomety motorových vozidel, které slouží jako dálkové, nebo potkávací světlomety, a žárovky pro tyto světlomety
1999/18/ES	18. března 1999	Směrnice Rady 76/762/EHS	Přední mlhové světlomety motorových vozidel a žárovky pro tyto světlomety

Zákon č. 361/2000 Sb., ze dne 14. září 2000 o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu).

Změna: 60/2001 Sb., 478/2001 Sb., 62/2002 Sb., 311/2002 Sb., 320/2002 Sb., 436/2003 Sb., 53/2004 Sb., 229/2005 Sb., 76/2006 Sb., 411/2005 Sb., 226/2006 Sb., 342/2006 Sb., 226/2006 Sb. (část), 264/2006 Sb., 215/2007 Sb., 170/2007 Sb., 374/2007 Sb., 124/2008 Sb., 374/2007 Sb. (část), 274/2008 Sb. (část), 274/2008 Sb. [28].

Zákon č. 56/2001 Sb., ze dne 10. ledna 2001 o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích a o změně zákona č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pojištění odpovědnosti z provozu vozidla), ve znění zákona č. 307/1999 Sb.

Změna: 478/2001 Sb., 175/2002 Sb., 320/2002 Sb., 193/2003 Sb., 103/2004 Sb., 237/2004 Sb., 186/2004 Sb., 411/2005 Sb., 226/2006 Sb., 342/2006 Sb., 311/2006 Sb., 226/2006 Sb. (část), 170/2007 Sb., 137/2008 Sb., 124/2008 Sb., 383/2008 Sb. [28].

Vyhláška č. 341/2002 Sb. Ministerstva dopravy a spojů ze dne 11. července 2002, o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

Změna: 100/2003 Sb., 197/2006 Sb., 388/2008 Sb. [28].

Světla pro denní svícení

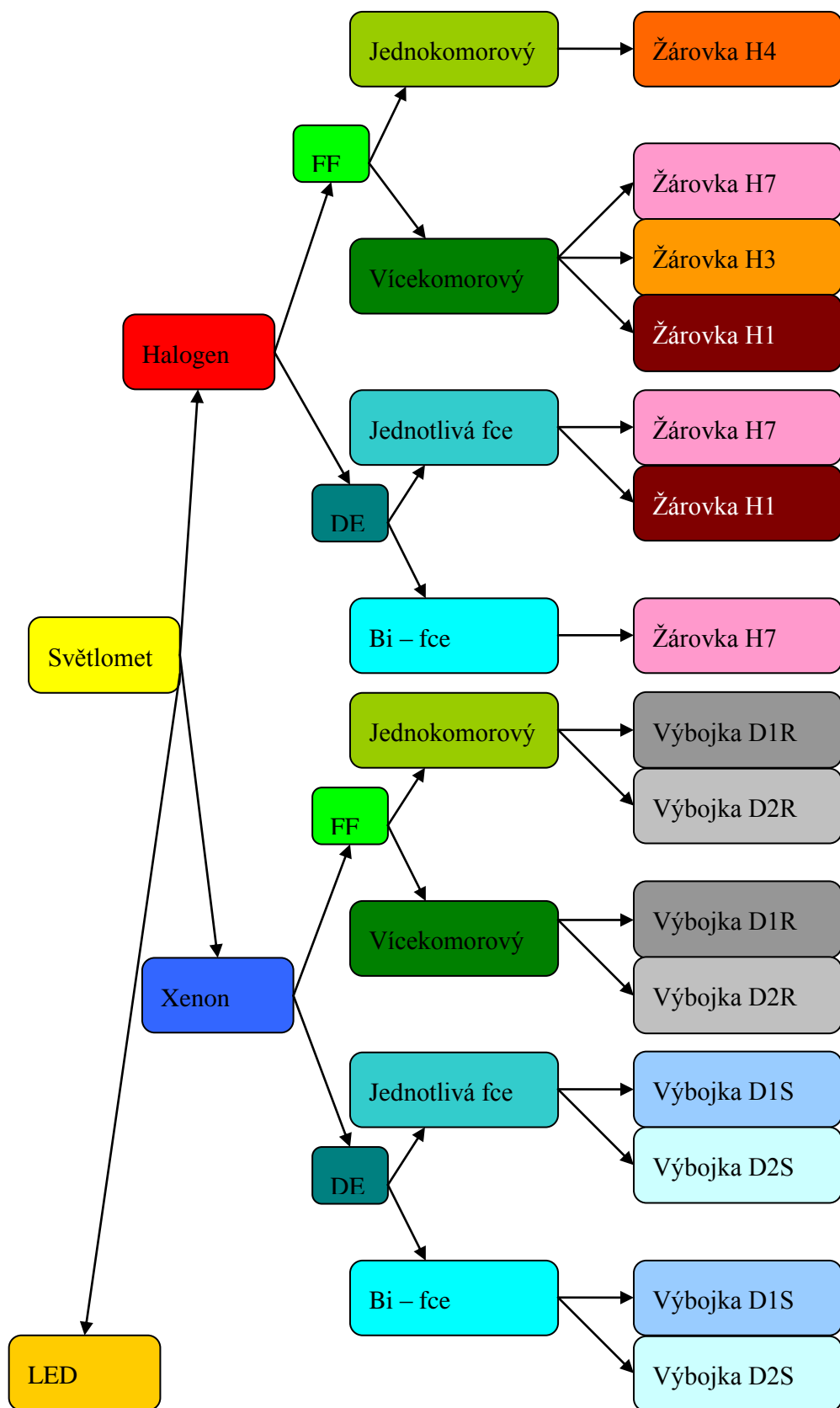
Denní světla DRL musí být pro provoz na pozemních komunikacích schválená a patřičně označena. Provedení a umístění světel pro denní svícení je dáno homologačním předpisem EHK/OSN č. 48, který předepisuje vyhláška č. 341/2002 Sb., a jejich používání se řídí zákonem č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, pozměněným zákonem č. 411/2005 Sb., a zákona č. 226/2006 Sb., (posledně jmenovaný zákon zrušil původní označení „obrysová“), se píše: „Motorové vozidlo musí mít za jízdy rozsvícena obrysová světla a potkávací světla nebo obrysová světla pro denní svícení, pokud je jimi vybaveno podle zvláštního právního předpisu...“. Od února 2011 musí být všechny nové automobily homologované v EU, vybaveny systémem denních světel DRL [19].

Tabulka integrovaných českých překladů předpisů EHK/OSN [35]

Číslo předpisu	Předmět
1	Asymetrické světlomety (od roku 2002 zrušeno)
2	Žárovky asymetrických světlometů (zrušeno)
3	Odrázky
4	Osvětlení zadní registrační tabulky
5	Světlomety „sealed beam“
6	Směrové svítilny
7	Svítilny doplňkové obrysové, přední obrysové, zadní obrysové, brzdové, boční obrysové
8	Světlomety žárovky H1, H2, H3
19	Mlhové světlomety
20	Světlomety a žárovky H4
23	Zpětné světlomety
37	Žárovky pro homologované světlomety a svítilny
38	Zadní mlhové svítilny
45	Zařízení pro čištění světlometů
48	Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci (Montáž světelné techniky)
50	Svítilny motocyklů a mopedů
53	Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci na L3
56	Světlomety mopedů – kategorie L
57	Světlomety motocyklů – kategorie L
65	Zvláštní výstražná světla
74	Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci mopedů - kategorie L1
77	Parkovací svítilny
82	Světlomety mopedů s halogenovými žárovkami HS2
86	Montáž zařízení pro osvětlení a světelnou signalizaci traktorů
87	Denní svítilny
91	Boční obrysové svítilny
98	Světlomety s výbojkami
99	Výbojky
112	Asymetrické světlomety
113	Symetrické světlomety
119	Rohový světlomet
123	Adaptivní systémy předních světlometů

Příloha B

Světlo met – Rozpadové schéma



Příloha C

Dosvit halogenových světlometů



Dosvit a intenzita osvětlení halogenových světlometů – tlumená světla



Dosvit a intenzita osvětlení halogenových světlometů – dálková světla

Dosvit xenonových světlometů



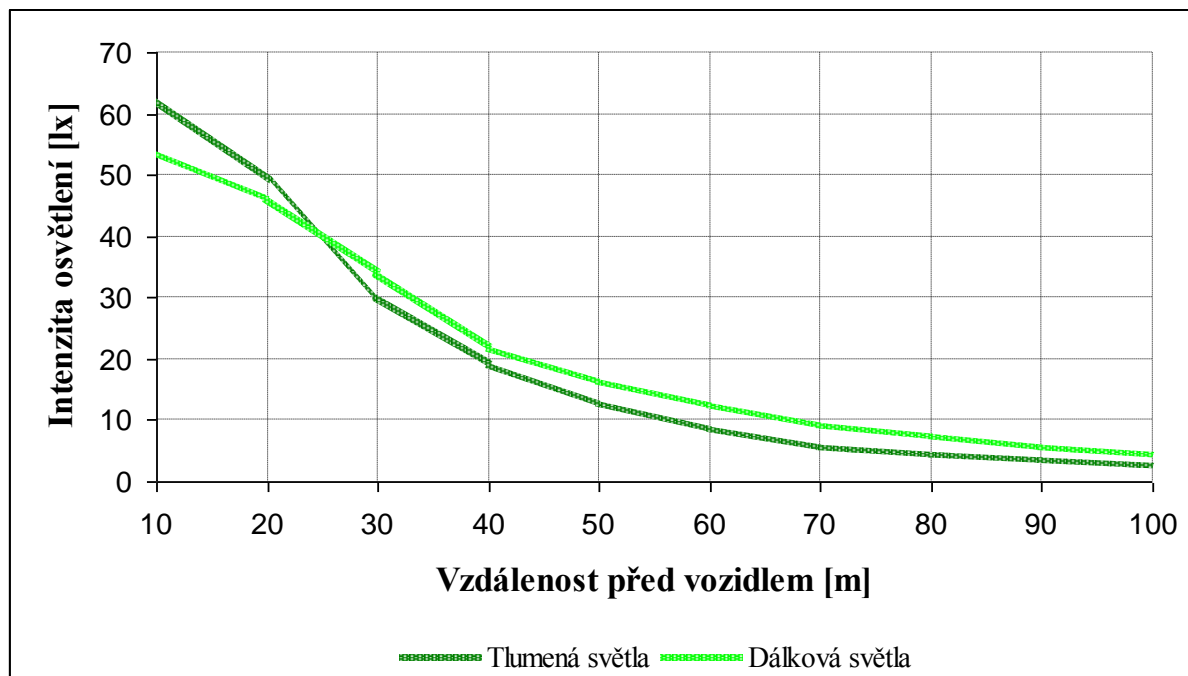
Dosvit a intenzita osvětlení xenonových světlometů – tlumená světla



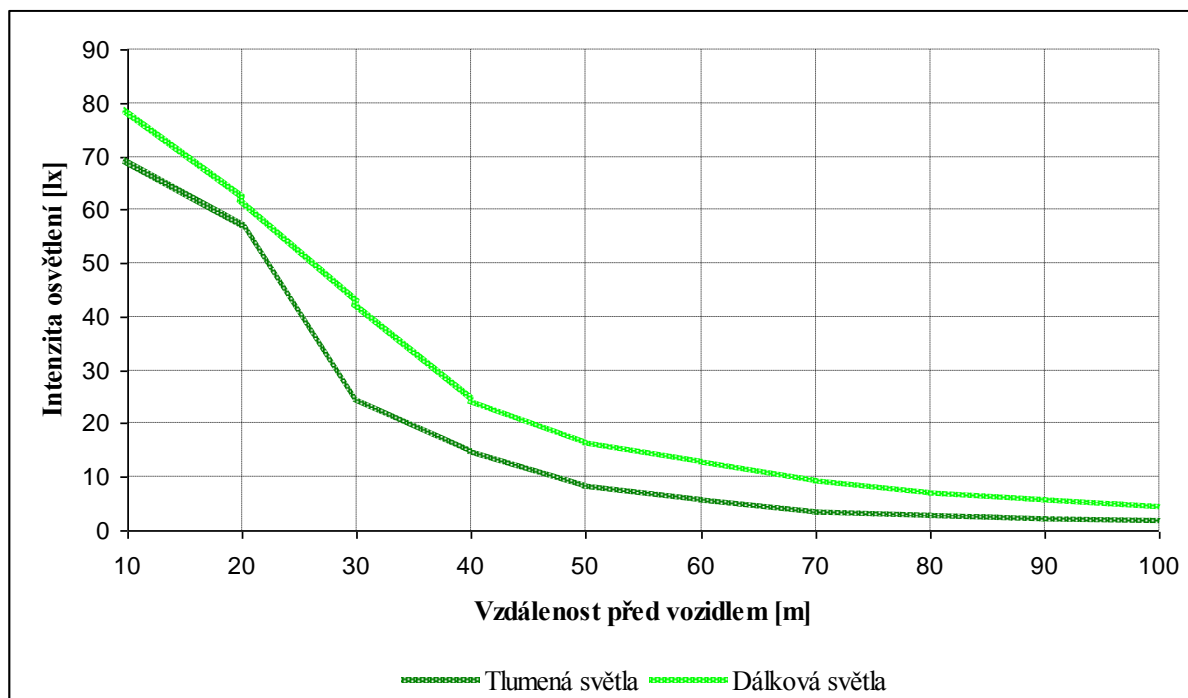
Dosvit a intenzita osvětlení xenonových světlometů – dálková světla

Příloha D

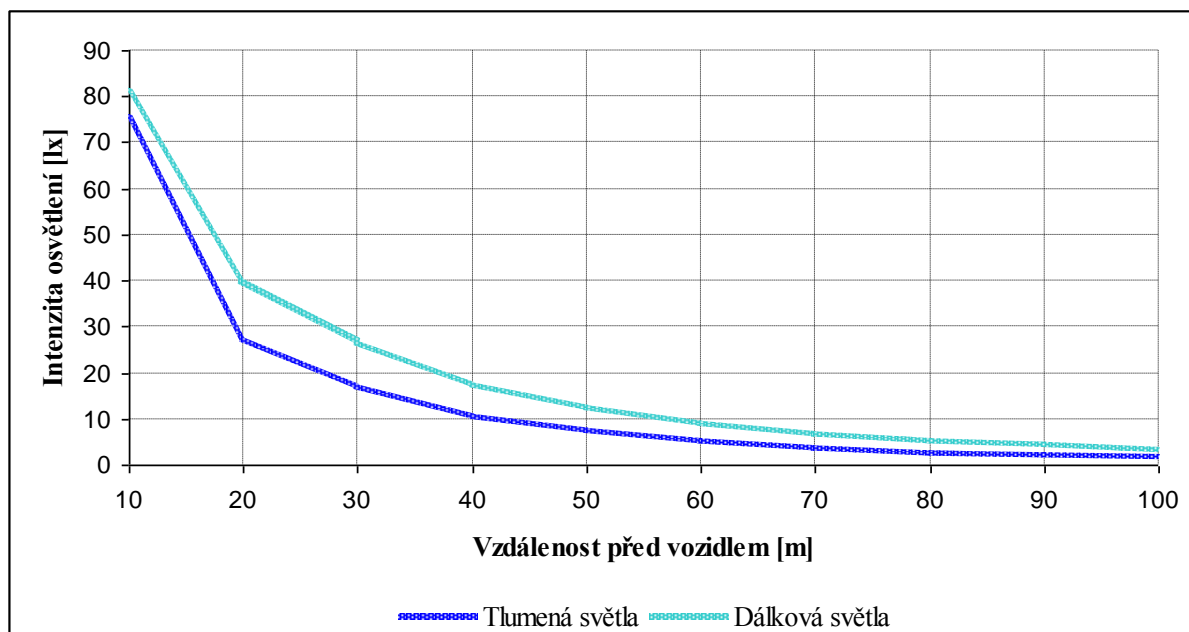
Porovnání změny intenzity osvětlení u tlumených a dálkových světel



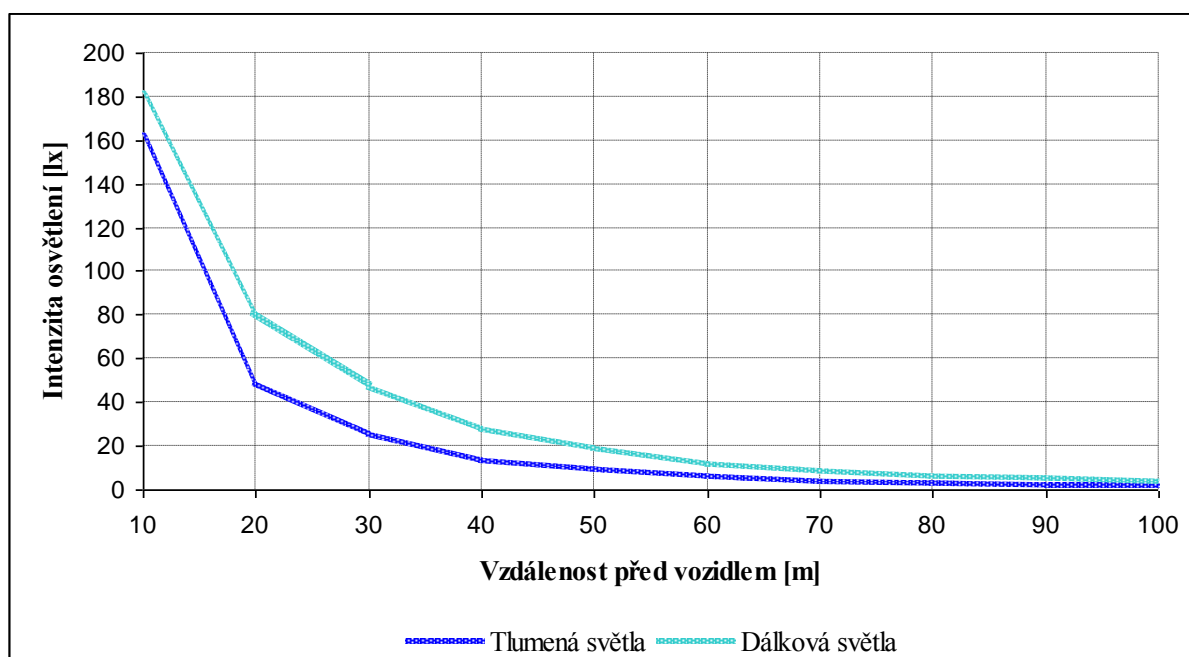
Halogenové světlomety – tlumená vs. dálková světla, cca 2 cm nad rovinou vozovky



Halogenové světlomety – tlumená vs. dálková světla, cca 50 cm nad rovinou vozovky



Xenonové světlomety – tlumená vs. dálková světla, cca 2 cm nad rovinou vozovky

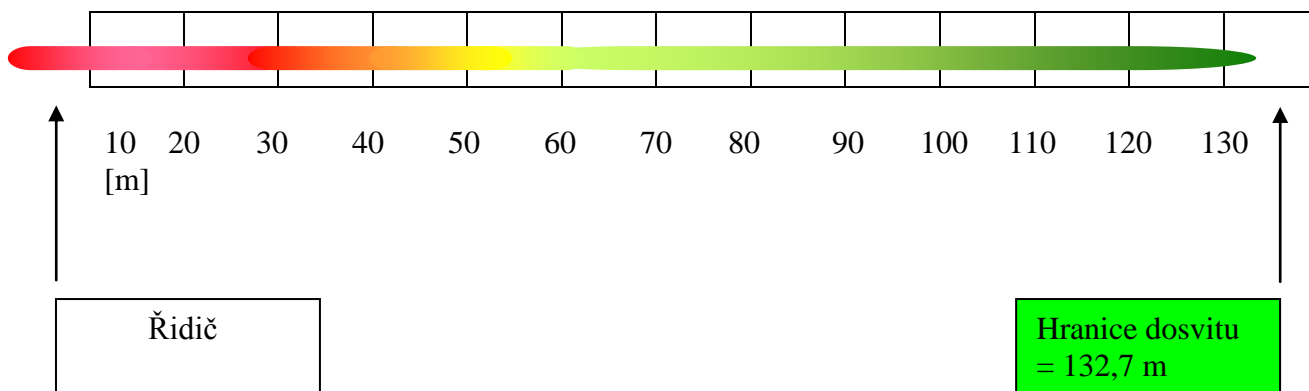


Xenonové světlomety – tlumená vs. dálková světla, cca 50 cm nad rovinou vozovky

Porovnání diagramů naměřených velikostí dosvitů a intenzit osvětlení dálkových světel halogenových světlometů, v účinném zobrazení cca 2 cm a cca 50 cm nad rovinou vozovky

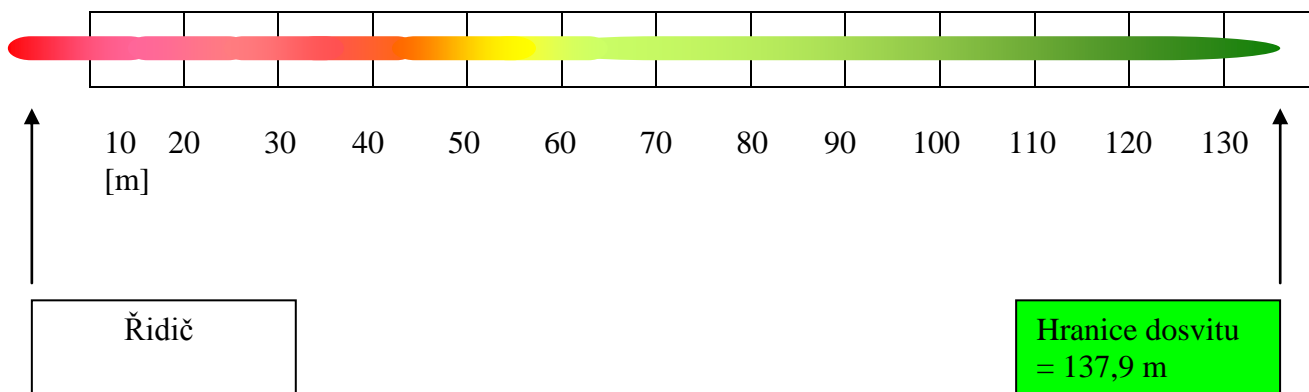
Naměřené hodnoty intenzit osvětlení a jejich rozložení v diagramu, pro dálková světla halogenových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	53,60	46,10	34,10	21,80	16,50	12,50	9,10	7,30	5,80	4,61



Naměřené hodnoty intenzit osvětlení a jejich rozložení v diagramu, pro dálková světla halogenových světlometů v úrovni cca 50 cm nad rovinou vozovky

HALOGENOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	78,50	61,90	42,70	24,30	16,70	12,90	9,30	7,10	5,90	4,66

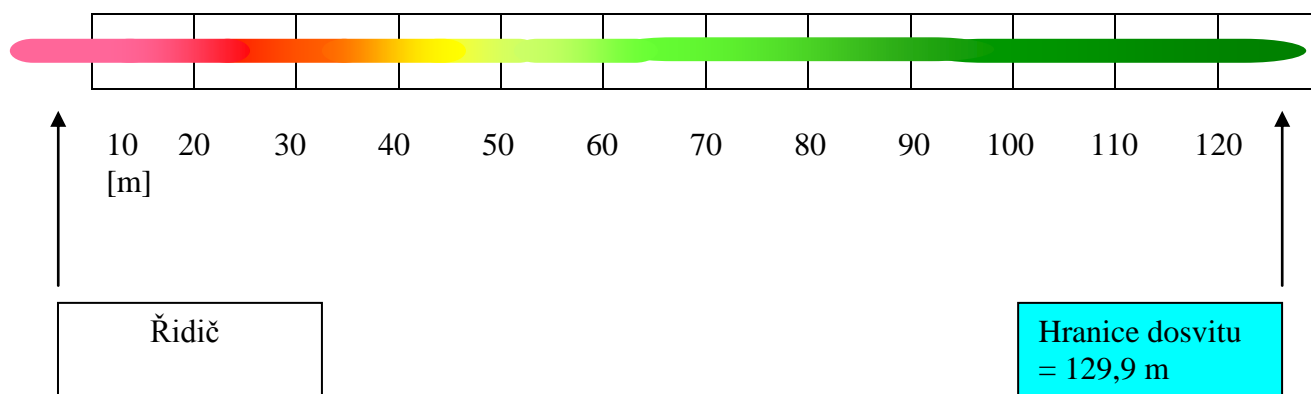


Naměřené hodnoty intenzity osvětlení jsou po všechny měřené úseky od 10 m po 100 m před vozidlem vyšší v účinném zobrazení 50 cm nad rovinou vozovky. Na měřených úsecích 10 m, 20 m a 30 m před vozidlem jsou rozdíly intenzit osvětlení v jednotlivých znázorněních lehce rozdílné. Od úseku 40 m před vozidlem jsou rozdíly intenzit osvětlení v úrovni cca 2 cm a cca 50 cm naprosto zanedbatelné, až téměř stejné. V účinném zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky je dosvit světél naměřen ve vzdálenosti 137,9 m, v účinném zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky je dosvit světlometů roven 132,7 m.

Porovnání diagramů naměřených velikostí dosvitů a intenzit osvětlení dálkových světél xenonových světlometů, v účinném zobrazení cca 2 cm a cca 50 cm nad rovinou vozovky

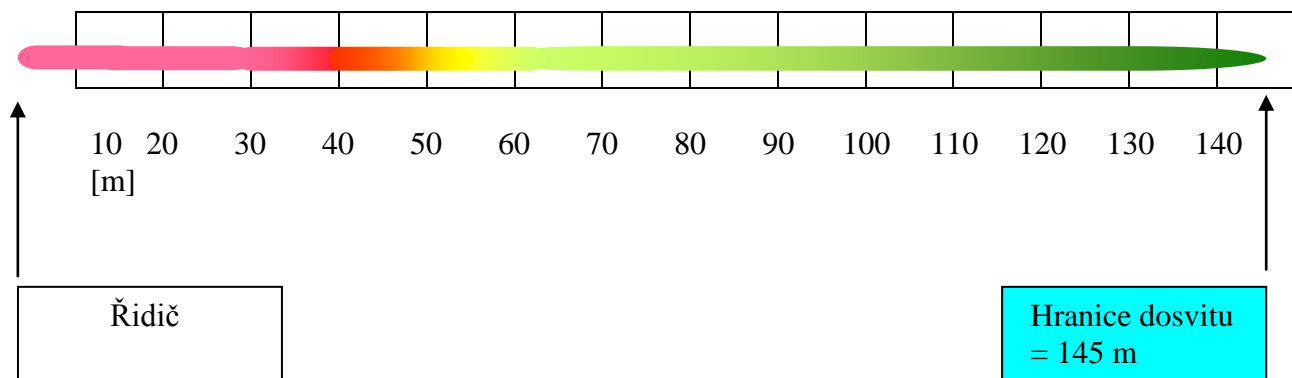
Naměřené hodnoty intenzit osvětlení a jejich rozložení v diagramu, pro dálková světla xenonových světlometů v úrovni cca 2 cm nad rovinou vozovky

XENONOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	80,80	39,90	26,70	17,50	12,70	9,00	6,80	5,40	4,40	3,60



*Naměřené hodnoty intenzit osvětlení a jejich rozložení v diagramu, pro dálková světla
xenonových světlometů v úrovni cca 50 cm nad rovinou vozovky*

XENONOVÉ SVĚTLOMETY	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
[lx]	180,60	81,50	47,30	27,80	19,10	12,40	8,80	6,70	5,40	4,40



Naměřené hodnoty intenzity osvětlení jsou po všechny měřené úseky od 10 m před vozidlem po 100 m před vozidlem vyšší v případě naměřeném v účinném zobrazení 50 cm nad rovinou vozovky. Na měřených úsecích od 10 m po 60 m před vozidlem jsou rozdíly intenzit osvětlení v jednotlivých znázorněních poněkud rozdílné, a to zejména na úseku 10 m před vozidlem. Od úseku 60 m po 100 m před vozidlem, jsou rozdíly intenzit osvětlení již nepatrně rozdílné. V účinném zobrazení cca 50 cm nad rovinou vozovky je dosvit naměřen ve vzdálenosti 145 m, v účinném zobrazení cca 2 cm nad rovinou vozovky je dosvit světlometů roven 129,9 m.